



Universidad  
Señor de Sipán

**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**Desempeño de las Propiedades Mecánicas y  
Microestructurales del Concreto Incorporando  
Escoria Siderúrgica y Escoria de Aluminio.**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

**Autor(es)**

Bach. Diaz Diaz, Yorely Mishell  
<https://orcid.org/0000-0003-4158-7939>

Bach. Rimarachin Vasquez, Yuler  
<https://orcid.org/0000-0002-8658-2456>

**Asesor(a)**

Dr. Muñoz Pérez, Sócrates Pedro  
<https://orcid.org/0000-0003-3182-8735>

**Línea de Investigación**

**Tecnología E Innovación En El Desarrollo De La Construcción Y  
La Industria En Un Contexto De Sostenibilidad**

**Sublínea de Investigación**

**Innovación Y Tecnificación En Ciencia De Los Materiales, Diseño E  
Infraestructura**

**Pimentel – Perú**

**2023**

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien(es) suscribe(n) la DECLARACIÓN JURADA, somos egresado (s) del Programa de Estudios de la **Escuela Profesional de Ingeniería Civil** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaramos bajo juramento que somos autores del trabajo titulado:

### **DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO.**

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán, conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Diaz Diaz, Yorely Mishell	DNI: 73364258	
Rimarachin Vasquez, Yuler	DNI: 74445629	

Pimentel, 07 de julio 2023

## REPORTE DE SIMILITUD TURNITIN

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**Desempeño de las Propiedades Mecánicas y Microestructurales del Concreto Incorporando Escoria Side**

AUTOR

**Yorely Mishell - Yuler Díaz Díaz - Rimarachin Vásquez**

RECuento DE PALABRAS

**18312 Words**

RECuento DE CARACTERES

**83379 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**79 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**3.1MB**

FECHA DE ENTREGA

**Sep 20, 2023 1:09 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Sep 20, 2023 1:10 PM GMT-5**

### ● 22% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 19% Base de datos de Internet
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 16% Base de datos de trabajos entregados

### ● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

**DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y  
MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA  
SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO.**

**Aprobación del jurado**

---

Mag. SANCHEZ DIAZ, ELVER  
**Presidente del Jurado de Tesis**

---

Mag. SALINAS VASQUEZ, NESTOR RAUL  
**Secretario del Jurado de Tesis**

---

Mag. ANACLETO SILVA, HARRY ARNOLD  
**Vocal del Jurado de Tesis**

## **Dedicatoria**

Dedico esta investigación a mis padres Magaly Díaz Guevara y Yoner Díaz Paredes por su apoyo incondicional, inculcarme valores, por sus consejos, su esfuerzo y perseverancia y a mis hermanos Jordan y Adrián por su amor infinito.

**Yorely Mishell Diaz Diaz**

## **Dedicatoria**

La presente investigación está dedicada a mis padres Orlando Rimarachín y Delmira Vásquez por su amor incondicional, el trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta esta etapa y convertirme en un profesional. Es un orgullo y privilegio ser su hijo, a mis hermanos, Miguel quien nos cuida y protege y por estar presentes brindándome todo su apoyo durante mi carrera profesional.

**Yuler Vasquez Rimarachin**

## Índice

Dedicatoria .....	IV
Índice de tablas .....	VII
Índice de Figuras .....	VIII
Resumen .....	XI
Abstract .....	XII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad problemática .....	1
1.2. Formulación del problema .....	9
1.3. Hipótesis.....	9
1.4. Objetivos .....	9
1.5. Teorías relacionadas al tema.....	10
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
2.1. Tipo y Diseño de Investigación .....	15
2.2. Variables, Operacionalización .....	16
2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección .....	20
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad ..	23
2.5. Procedimiento de análisis de datos .....	23
2.6. Criterios éticos.....	35
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	36
3.1. Resultados .....	36
3.2. Discusión.....	47
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	53
4.1. Conclusiones.....	53
4.2. Recomendaciones.....	54
REFERENCIAS .....	55
ANEXOS .....	64

## Índice de tablas

<b>Tabla I</b>	Operacionalización de Variable Dependiente: Propiedades mecánicas y microestructurales del concreto. ....	17
<b>Tabla II</b>	Operacionalización de Variable Independiente: Escoria Siderúrgica (ES). ....	18
<b>Tabla III</b>	Operacionalización de Variable Independiente: Escoria de Aluminio (EA). ....	19
<b>Tabla IV</b>	Ensayos para el (CP) 210 y 280 Kg/cm <sup>2</sup> . ....	20
<b>Tabla V</b>	Ensayos del concreto f'c de 210 Kg/cm <sup>2</sup> y 280 Kg/cm <sup>2</sup> incorporando escoria siderúrgica (ES). ....	21
<b>Tabla VI</b>	Ensayos del concreto f'c de 210 Kg/cm <sup>2</sup> y 280 Kg/cm <sup>2</sup> con el óptimo porcentaje de escoria siderúrgica (ES) y escoria de aluminio (EA). ....	22
<b>Tabla VII</b>	Propiedades físicas de los agregados naturales. ....	37
<b>Tabla VIII</b>	Propiedades físicas de la escoria siderúrgica y escoria de aluminio. ....	37
<b>Tabla IX</b>	Propiedades físicas del concreto patrón. ....	38
<b>Tabla X</b>	Propiedades físicas de CP adicionando ES. ....	39
<b>Tabla XI</b>	Propiedades físicas del concreto incorporando el porcentaje óptimo de escoria siderúrgica y escoria de aluminio. ....	42
<b>Tabla XII</b>	Concentración de las fases cristalinas de la muestra. ....	46
<b>Tabla XIII</b>	Límites granulométricos. ....	66
<b>Tabla XIV</b>	Granulometría del agregado grueso. ....	68
<b>Tabla XV</b>	Granulometría del agregado fino. ....	70

## Índice de Figuras

<b>Fig. 1.</b> Diagrama de flujo de procesos de las propiedades del concreto. ....	24
<b>Fig. 2.</b> Agregado fino (arena).....	25
<b>Fig. 3.</b> Agregado grueso (piedra).....	25
<b>Fig. 4.</b> Escoria siderúrgica - SIDER PERÚ. ....	26
<b>Fig. 5.</b> Escoria de aluminio - VALYNO SRL.....	26
<b>Fig. 6.</b> Tamizado del AF y AG.....	27
<b>Fig. 7.</b> Peso unitario compactado del AG.....	28
<b>Fig. 8.</b> Ensayo de contenido de humedad - Secado de muestras. ....	28
<b>Fig. 9.</b> Peso específico del AG. ....	29
<b>Fig. 10.</b> Peso específico del AF. ....	29
<b>Fig. 11.</b> Prueba de abrasión en la Máquina Ángeles.....	30
<b>Fig. 12.</b> Ensayo de asentamiento al concreto en estado fresco. ....	30
<b>Fig. 13.</b> Ensayo de temperatura del concreto en estado fresco. ....	31
<b>Fig. 14.</b> Ensayo de peso unitario del concreto fresco.....	32
<b>Fig. 15.</b> Ensayo de contenido de aire. ....	32
<b>Fig. 16.</b> Ensayo de resistencia a compresión.....	33
<b>Fig. 17.</b> Ensayo de resistencia a tracción. ....	33
<b>Fig. 18.</b> Ensayo de resistencia a flexión.....	34
<b>Fig. 19.</b> Ensayo de módulo de elasticidad. ....	34
<b>Fig. 20.</b> Curva granulométrica de los agregados convencionales y escorias siderúrgicas y escorias de aluminio. (a) Granulometría agregado fino, (B) Granulometría agregado grueso, (c) Granulometría escoria siderúrgica, Granulometría escoria de aluminio. ....	36
<b>Fig. 21.</b> Resultados de las propiedades mecánicas del concreto. (a) Resistencia a compresión, (b) Resistencia a tracción, (c) Resistencia a flexión, (d) Modulo de elasticidad	

.....	38
<b>Fig. 22.</b> Propiedades me mecánicas del CP incorporando ES - $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> . (a) Resistencia a compresión, (b) Resistencia a tracción, (c) Resistencia a flexión, (d) Modulo de elasticidad.....	40
<b>Fig. 23.</b> Resultados de las propiedades mecánicas del concreto incorporando ES- $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> . (a) Resistencia a compresión, (b) Resistencia a tracción, (c) Resistencia a flexión, (d) Modulo de elasticidad.....	41
<b>Fig. 24.</b> Resultados de las propiedades mecánicas del concreto incorporando el porcentaje óptimo de escoria siderúrgica y escoria de aluminio - $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup> . (a) Resistencia a compresión, (b) Resistencia a tracción, (c) Resistencia a flexión, (d) Modulo de elasticidad. ....	43
<b>Fig. 25.</b> Resultados de las propiedades mecánicas del concreto incorporando el porcentaje óptimo de escoria siderúrgica y escoria de aluminio - $f'c=280$ kg/cm <sup>2</sup> . (a) Resistencia a compresión, (b) Resistencia a tracción, (c) Resistencia a flexión, (d) Modulo de elasticidad. ....	44
<b>Fig. 26.</b> Determinación de la proporción óptimo de incorporación de escorias. (a) Resistencia a compresión, (b) Resistencia a tracción, (c) Resistencia a flexión, (d) Modulo de elasticidad.....	45
<b>Fig. 27.</b> Difracto grama de rayos X de la muestra de escoria siderúrgica. ....	46
<b>Fig. 28.</b> Elección de agregado fino y agregado grueso.....	74
<b>Fig. 29.</b> Escoria siderúrgica y Escoria de aluminio.....	74
<b>Fig. 30.</b> Análisis granulométrico del agregado grueso. ....	75
<b>Fig. 31.</b> Ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado grueso.....	75
<b>Fig. 32.</b> Ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado fino.....	76
<b>Fig. 33.</b> Peso específico y absorción del agregado fino. ....	76

<b>Fig. 34.</b> Peso específico y absorción del agregado grueso. ....	77
<b>Fig. 35.</b> Ensayo de contenido de humedad del agregado fino y grueso. ....	77
<b>Fig. 36.</b> Ensayo de peso unitario suelto y compactado de la escoria siderúrgica .....	78
<b>Fig. 37.</b> realización de la mezcla de concreto con escoria siderúrgica. ....	79
<b>Fig. 38.</b> Ensayo de asentamiento del concreto con escoria siderúrgica. ....	80
<b>Fig. 39.</b> Temperatura del concreto fresco con escoria siderúrgica. ....	80
<b>Fig. 40.</b> Asentamiento del concreto con ES y EA.....	81
<b>Fig. 41.</b> Peso unitario del concreto con ES y EA.....	81
<b>Fig. 42.</b> Ensayo del contenido de aire con ES y EA. ....	82
<b>Fig. 43.</b> Vaciado de probetas y vigas del concreto con ES .....	82
<b>Fig. 44.</b> Muestras para ensayos.....	83
<b>Fig. 45.</b> Resistencia a la compresión del concreto con ES.....	83
<b>Fig. 46.</b> Ensayo a tracción del concreto con ES.....	84
<b>Fig. 47.</b> Ensayo a flexión del concreto con ES.....	84
<b>Fig. 48.</b> Ensayo del módulo de elasticidad del concreto con ES. ....	85
<b>Fig. 49.</b> Muestras a ensayar. ....	86
<b>Fig. 50.</b> Resistencia a compresión del concreto con ES Y EA. ....	86
<b>Fig. 51.</b> Resistencia a tracción de ES y EA.....	87
<b>Fig. 52.</b> Resistencia a flexión del concreto con ES y EA. ....	87

# DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MÉCICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO.

## Resumen

En la actualidad la necesidad de reutilizar materiales en la construcción se ha convertido en un factor indispensable para el desarrollo sostenible. La escoria siderúrgica (ES) y escoria de aluminio (EA) son materiales que se han evaluado su desempeño en la elaboración del concreto. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el desempeño del comportamiento de la ES y EA en las propiedades físicas, mecánicas y microestructurales del concreto adicionado ES en porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20% y el óptimo contenido de ES más la adición de EA en porcentajes de 2%, 4%, 6% y 8% para el concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  para un tiempo de curado de 7, 14 y 28 días. Los resultados obtenidos mostraron que el óptimo porcentaje de ES fue de 10% para las dos resistencias de diseño el cual, al combinarse con la EA, para un  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , el diseño con 10% ES + 4% EA, fue la incorporación óptima, se incrementó en 7.17% y 6.26% en resistencia a compresión, tracción en 4.56 % y 14.43%, flexión en 18.70% y 10.83% y módulo de elasticidad aumentando en 7.15% y 3.90% para ambas resistencias de diseño. Al mismo tiempo, la incorporación óptima de 10% ES + 4% EA -  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  evidencia que el ensayo de difracción de rayos x (DRX) se hallaron en mayor concentración al cuarzo de 27.6% y la albita de 21.8%. Se concluye que la escoria siderúrgica y la escoria de aluminio son viables para el concreto.

**Palabras Clave:** Concreto, escoria siderúrgica, escoria de aluminio, propiedades mecánicas y microestructurales.

## Abstract

Currently, the need to reuse materials in construction has become an essential factor for sustainable development. Steel slag (SS) and aluminum slag (AS) are materials that have been evaluating their performance in the preparation of concrete. This research aims to evaluate the performance of the behavior of the SS and AS in the physical, mechanical and microstructural properties of the concrete added SS in percentages of 5%, 10%, 15% and 20% and the optimal content of SS plus the addition of AS in percentages of 2%, 4%, 6% and 8% for concrete  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  and  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  for a curing time of 7, 14 and 28 days. The results obtained showed that the optimum percentage of SS was 10% for the two design resistances which, when combined with the AS, for a  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , the design with 10% SS + 4% AS, was the optimal incorporation, increasing 7.17% and 6.26% in compressive strength, tensile strength by 4.56% and 14.43%, flexion by 18.70% and 10.83%, and modulus of elasticity increasing by 7.15% and 3.90% for both design strengths. At the same time, the optimal incorporation of 10% SS + 4% AS -  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  shows that the X-ray diffraction test (XRD) found a higher concentration of quartz than 27.6% and albite of 21.8%. It is concluded that steel slag and aluminum slag are viable for concrete.

**Keywords:** Concrete, steel slag, aluminum slag, mechanical and microstructural properties.

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática.

Según Ortega y colaboradores, el concreto es el material elegido para una gran variedad de proyectos de construcción por su ligereza, durabilidad y composición variable. Estos factores, junto con sus elevados niveles de producción y consumo, respaldan las afirmaciones de Jagan y colaboradores de que el hormigón se utiliza en gran medida en la ejecución de edificios arquitectónicos, edificios de mayor altura y puentes [2].

Además de ser un gran consumidor de materiales y recursos naturales, la industria de la construcción desempeña un papel crucial a la hora de satisfacer la demanda de viviendas, hospitales, escuelas y otras urbanizaciones. Noufal señala que los residuos son la raíz de los problemas medioambientales más complejos y difíciles del mundo. Además de mitigar los efectos del calentamiento global, la utilización de escorias en el hormigón facilita la producción de nuevos materiales para su uso en la construcción de infraestructuras [4].

Actualmente varias industrias están innovando sus procesos para reducir los impactos ambientales, incluida la generación y eliminación de desechos. La incorporación de residuos industriales como nuevos materiales es muy importante en los años actuales, ya que brinda una adecuada disposición de pasivos industriales, además de proveer insumos productivos para el sector constructivo, el reciclaje de desperdicios y subproductos industriales como la desperdicio de acero ha atraído mucho el interés de muchos investigadores con el fin de desarrollar una infraestructura sostenible y así poder disminuir el consumo de las reservas naturales [5, 6].

Hoy es necesario de la generación de nuevos agregados en la construcción a partir de subproductos de desecho industriales de cada país aumentó enormemente, lo que llevó a una creciente preocupación por la generación de desechos y la comprensión de que dichos materiales deben ser tratados, eliminados o reutilizados [7], por otro lado Aisheh y colaboradores mencionan que el incremento en la producción industrial han ocasionado tanto una rápida disminución de los materiales convencionales como la producción de grandes volúmenes de desechos o

subproductos. Investigaciones recientes sobre la reutilización económicamente viable de residuos han dado lugar a diferentes propuestas, entre ellas la posibilidad de su inclusión como materiales de construcción [8].

En la India se produce escoria de acero a razón de 4 millones de toneladas por año que se vierten en áreas abiertas causando problemas ambientales, por lo cual es necesario la reutilización y el reciclaje de la escoria de acero [9], además Pan y colaboradores manifiestan que una de las reutilizaciones es en el sector de la construcción como un agregado artificial y así poder encontrar sustitutos adecuados para los agregados naturales que cada vez se están agotando [10].

En el Perú las empresas SIDERPERU y Aceros Arequipa son las principales productoras de acero industrial, generando residuos de escoria de acero en gran magnitud, la cual no son reutilizadas de forma adecuada y son depositadas en vertederos ocasionando problemas al medio ambiente [11].

Farias y compañía mencionan, que en la ciudad de Chiclayo, diversas empresas agroindustriales, plantas procesadoras, carpinterías metálicas generan residuos, como escoria de acería, viruta de aluminio la mayoría de los cuales se limitan al almacenamiento de escoria residual, que luego son enviadas a rellenos sanitarios locales o vendidas para el reciclaje, la educación a la población respecto a la utilización de los desechos sólidos, en particular los residuos metálicos industriales, aún no está totalmente resuelto [12].

Padmapriya et al. [13], en su investigación, "Effect of partial replacement of fine aggregate for iron and steel slag and cement for metakaolin on the characteristics of concrete", cuyo objetivo es, determinar el rendimiento mecánico de la escoria de acero (EA) en sus características del concreto, su metodología fue según el peso del agregado fino (AF), utilizaron EA en fracciones de 10, 15 y 20 por ciento, sus valores alcanzados indican que en un 10% de EA alcanza una firmeza compresión y la flexión funcionan mejor, con un 51.30 MPa y 2.90 MPa, concluyeron que el adición escoria incorporada afecta sus propiedades mecánicas del hormigón.

Abbas et al. [14], en su estudio "Investigating the Behavior of Waste Alumina Powder and Nylon Fibers for Eco-Friendly Self-Compacting Concrete Production", tuvieron por objetivo calcular la importancia de las hebras de aluminio y sus características mecánicas y microestructurales del concreto, su metodología fue adicionar aluminio en dosis de 1, 2, 3 y 4 % en masa del agregado grueso, según los

valores obtenidos, el 3 % incrementa su resistencia a compresión y con 2% presenta una microestructura más densa y compacta, concluyeron que la determinación óptima para mejorar sus propiedades es de 2% de aluminio.

Vijayakumar et al. [15], en su estudio, "Development of sustainable concrete using alternative building materials by replacing aggregates with industrial steel slag waste", tuvieron por objetivo analizar el rendimiento mecánico del hormigón al reemplazar parcialmente el AF por el desperdicio de acero, su metodología fue experimental evaluando las propiedades del concreto con adiciones de 5 %, 10 %, 20 % y 25 % de acero, según sus ensayos su resistencia más alta es de 51.49 N/mm<sup>2</sup> con 10% obteniendo valores más altos que al concreto patrón que alcanzó un 43.76 N/mm<sup>2</sup>, Concluyeron que, al aumentar el material fino aumenta su resistencia.

En su estudio "A study on the "Effect of Thermal Treatment on Strengthening Recycled Compacted Concrete Incorporating Iron, Steel, and Blast Furnace Slag", Mostazid y Sakai [16], trataron de confirmar las características microestructurales del concreto incorporando escoria de acero en porcentajes del 10%, 20%, 30%, 40% y 50% en peso del árido. Utilizaron microscopía electrónica de barrido y microscopía de rayos X para evaluar las características del material. Llegaron a la conclusión de que el 50% del EA es la cantidad ideal para mejorar sus cualidades tras comprobar que la escoria disminuye los poros y aumenta la resistencia compacta.

Ananthi y Karthikeyan [17], en su investigación "High performance concrete with combined performance of polypropylene fiber and welding slag", tuvieron por objetivo investigar el desempeño físico mecánico del hormigón agregando escoria de soldadura al volumen del AG en 10%, 20% y 30%, su metodología es experimental mediante ensayos, sus mejores resultados se logran con 10% de escoria incrementando su resistencia a compresión en 6,94%, concluyeron que el concreto se desempeña mejor cuando se incorpora en menor porcentaje.

Song et al. [18], en su investigación "Effect of steel slag on fresh, hardened, and microstructural properties of high-calcium fly ash based geopolymers at standard curing condition", tuvieron por objetivo medir el desempeño mecánico y microestructural del concreto hidráulico agregando desechos de acero, su metodología fue incorporar desechos de acero en 10%, 20%, 30%, 40% y 50% del

peso del agregado grueso, sus mejores resultados se logran en 10 %, concluyeron que al añadir un 10% de escoria de acero es la dosificación ideal para las características mecánicas y microestructurales.

Bouglada et al. [19], en su investigación "Optimization of mineral additions and aluminum waste in cellular concrete formulation", cuyo objetivo fue determinar las propiedades microestructurales y mecánicas del concreto incorporando desechos de aluminio en 1,5%, 2,5%, 3,5%, 4,5% y 5,5% por el agregado, su metodología para evaluar las propiedades microestructurales mediante el ensayo de microscopía eléctrica de barrido, sus resultados mostraron una matriz más densa y menos porosa con un 2.5% de adición de desechos de aluminio, concluyeron que el porcentaje ideal de escorias de aluminio es el 2.5% para lograr resultados positivos.

Dong et al. [20], en su investigación "Metallurgical slags from the iron and steel industries and ammonia-soda residue as cementitious materials for clinker-free concretes", tuvieron como objetivo el desempeño de las escorias metalúrgicas, su metodología es experimental mediante la realización de ensayos al concreto con escorias metalúrgicas en porcentajes de 6%, 12%, 18% y 24%, sus mejores resultados se encontró con una adición del 6% y 12%, con valores de 60 MPa y 58 MPa, respectivamente, los más altos en comparación con el patrón de muestra de 45 MPa, concluyeron que el porcentaje óptimo es del 6 %.

En su estudio "Properties, of concrete containing steel slag and sludge from electric arc furnaces", Roslan et al. [21], trataron de confirmar las propiedades mecánicas y físicas del concreto. Utilizaron escoria de acero en dosis del 5%, 10%, 15% y 20%. Sus resultados revelaron que el hormigón de control se comportaba peor en términos de trabajabilidad, y que el aumento del 10% en la resistencia a la compresión se traducía en un incremento del 26% con respecto al hormigón de control. En general, concluyeron que las propiedades del concreto mejoran significativamente con un 10%.

En su estudio "Ultra-high performance concrete design method based on machine learning model and steel slag power", Sun et al. [[22], trataron de evaluar el impacto de la incorporación de ES en el peso del AG. Su metodología consistió en calcular las propiedades del concreto que incorporaba ES en dosis del 5%, 10%, 15%, 20% y 25%. Comprobaron que el 15% de ES alcanzaba una resistencia máxima

a la compresión equivalente a la del hormigón estándar, lo que indica que ésta es la dosis ideal para mejorar las propiedades mecánicas.

En el estudio de Palod et al. [23], "Effect of ternary blended concrete with blast furnace slag and steel slag on mechanical performance, early age shrinkage, and electrical resistivity", los autores trataron de confirmar el comportamiento mecánico y físico del concreto mediante la incorporación de escoria de acero en porcentajes del 20%, 30% y 40% del peso del conglomerado. Su metodología consistió en examinar las propiedades mecánicas del concreto, y los resultados mostraron que una adición de escoria del 20% aumentaba la resistencia a la tracción y a la compresión del concreto en un 5% y un 10%, respectivamente. Basándose en estos resultados, se determinó la dosificación ideal del 20%.

Rubio-Cintas et al. [24], en su investigación "Mechanical-strength properties of concrete made with waste materials from the stainless steel industry as binders", cuyo objetivo es determinar el concreto utilizando humo de sílice en dosis de 10 a 15% y desechos de acero en dosis de 5 a 10% en peso del AG, su metodología es verificar el hormigón utilizando dos materiales, sus mejores resultados se lograron con 10% de humo de sílice y 15% de desechos de acero eran las mejores para mejorar la compresión, concluyeron que el 10% de humo de sílice y 5% de desechos de acero eran las mejores para la resistencia a flexión.

Rubio-Cintas et al. [25], en su investigación "Effect of the addition of electric arc furnace dust on the mechanical properties and carbonation performance of concrete", teniendo por objetivo evaluar el uso de polvo de acero de horno eléctrico en dosis de 5, 10 y 15% en volumen del aglomerante, tuvieron como metodología verificar las propiedades físicas y mecánicas del concreto, según sus resultados determinaron que el peso unitario se incrementa según el porcentaje de adición, la compresión y módulo elástico del concreto se incrementaron en 33.18% en contraste de la muestra patrón, concluyeron que la dosis optima es del 15% de polvo de acero.

Biskri et al. [26], en su investigación "High-Performance Concrete with Steel Slag and Crystallized Slag as Aggregates: Mechanical and Durability Properties", tuvieron por objetivo evaluar las propiedades del concreto, agregaron residuo siderúrgica y escoria cristalizada en porcentajes del 15%, 20% y 25%, sus mejores resultados se lograron con 20% alcanzando resistencias superiores a las del concreto

patrón, su propiedad microestructural alcanzó una baja cantidad de fases cristalizadas en calcita y hierro metálico en la escoria siderúrgica, concluyeron que el 20% es el porcentaje óptimo.

Naik et al [27], en su investigación “Mechanical properties of fiber reinforced concrete with bottle crown caps as fibers” utilizaron tapas de botellas fabricadas a base de aluminio en 0.5%, 1%, 2% y 3% en peso del aglomerante, su metodología es experimental, según sus resultados el Slump del concreto se perjudica por una disminución del 3% en el asentamiento de 90 mm; a los 28 días, mientras la resistencia a compresión y flexión acrecienta en 48.18% y 61.68%, y la tracción mejora con un 2%, aumentando su valor en 61.53%, concluyeron que el aluminio se comporta similar a un agregado convencional.

Channa & Saand [28], en su investigación “Mechanical behavior of concrete reinforced with waste aluminium strips”, tuvieron como objetivo agregar fibras de aluminio en dosis de 1%, 2%, 3%, 4% y 5% al peso del cemento con relación de 0,5, su metodología consta de la realización de ensayos, según sus resultados determinaron que la resistencia a la tracción y la flexión aumentó en el 15,40% y el 18,6% en relación a la muestra comparativa, por otro lado la resistencia a la flexión se redujo con de 4%, concluyeron que la dosis optima es de 3%.

Javali et al. [29], en su investigación “Using aluminum dross and iron slag as partial replacement materials in eco-concrete for sustainability”, tuvieron por objetivo evaluar el desempeño de la EA en 5%, 10%, 15% y 20% y adición de escoria de hierro en % del 10, 20, 30 y 40 en peso del AF, según sus resultados el asentamiento se incrementa en 13.04% con 15% de aluminio y con escoria de hierro disminuye en 19% con 40%de adición, obtuvieron una máxima densidad con 5%, concluyeron que el 20% de adición de escorias y los porcentajes óptimos para mejorar el desempeño mecánico es del 5% de EA y 20% de escoria de hierro.

Elsayed et al. [30], en su investigación “Performance of recycled coarse aggregate concrete beams with waste glass powder and waste aluminum fibers in terms of structural integrity”, tuvieron por objetivo verificar el uso fibras de desechos de aluminio en porcentajes de 1%, 2% y 3%, de acuerdo sus resultados el asentamiento disminuye en 50% con 3% de adición y la resistencia a compresión aumenta de 29 a 29.7 MPa, la resistencia a tracción de 2.80 MPa a 3.0 MPa y la resistencia a flexión de 8.30 a 10.10 MPa con 2% de adición de fibras de aluminio

evaluadas a los 28 días, concluyeron que las propiedades se mejoran con 3%.

Muñoz et al. [31], en su investigación “Influencia de la viruta de aluminio secundario en las propiedades físicas y mecánicas del hormigón”, tuvieron por objetivo verificar la adición de virutas de aluminio en adiciones de 0.5, 1.5, 2.5, 3.5 y 5% en peso del cemento, sus metodología es de tipo experimental, sus mejores resultados se alcanzaron con 0.5% y 3.5% incrementando sus propiedades mecánicas, concluyeron que el aluminio afecta las propiedades físicas del concreto.

Aljbour et al. [32], en su investigación “Evaluation of the use of iron and steel slag as an aggregate in concrete mixtures”, teniendo por objetivo verificar la incidencia del concreto incorporando escoria siderúrgica en dosis de 5% y 15% en peso del material grueso, sus mejores resultados se logran con 5% de escoria alcanzo un valor de 42.8 MPa y con 15% de escoria se alcanzó una resistencia de 45.55 MPa, concluyendo que, con 5% de incorporación de escoria incrementa notoriamente la capacidad de resistir a compresión, la dosificación óptima para optimizar las propiedades del concreto es 5%.

Ameri et al. [33], en su investigación “Concreto de alta resistencia reforzado con fibra de acero que incorpora escoria de cobre”, tuvieron por objetivo estudiar las características mecánicas y microestructurales del concreto añadiendo hebras de acero, su metodología fue añadir hebras en dosis de 5%, 15% y 25%, sus mejores resultados se alcanzó con 15% de hebras EA para la caracterización mecánica, mientras que para las propiedades microestructurales se logró una matriz más sólida, concluyeron que, para alcanzar resultados positivos es necesario añadir un máximo 15% de hebras de acero.

Toribio y Ugaz [34], en su investigación “Evaluación del concreto reforzado con fibras de acero recicladas para mejorar las propiedades de un pavimento rígido”, tuvieron por objetivo analizar las características mecánicas del hormigón añadiendo FA en 5%, 10%, 15% y 20% en masa total AF, según sus resultados se logró una compresión del concreto convencional de 51.68 MPa, en cambio, el concreto experimental alcanzó un valor de 42.08 MPa, 54.89 MPa, 47.65 MPa, y 38.73 MPa, respectivamente para cada porcentaje, concluyeron que, para obtener mejores resultados es necesario añadir un máximo de 10% de fibras.

Chávez y Mendoza [35], en su investigación “Análisis de las propiedades mecánicas del pavimento rígido incorporando virutas de aluminio reciclado en Ate

2021”, el objetivo de este proyecto era añadir virutas de aluminio en porcentajes del 1%, 2%, 3% y 4%, dependiendo del peso del AG, para probar las propiedades mecánicas del pavimento de hormigón hidráulico rígido. Añadiendo un 3% de virutas de aluminio, consiguieron aumentar la resistencia del hormigón de 283 kg/cm<sup>2</sup> a 295 kg/cm<sup>2</sup>. Los resultados fueron satisfactorios.

Camarena y Díaz [36], en su investigación “Analizar el concreto tradicional en términos de resistencia a la compresión, flexión y trabajabilidad en comparación con el concreto utilizando escoria de acero como agregado fino”, tuvieron por objetivo de estudio determinar cómo afectaba la escoria de acero a las características del concreto en proporciones de adición del 10%, 15% y 20%, en función del peso del AF. Con una adición de escoria del 20%, obtuvieron sus mejores resultados, alcanzando una resistencia de 19,52 MPa. Llegaron a la conclusión de que añadir hasta un 10% de escoria de acero al concreto mejoraría sus propiedades.

Valverde y Ulloa [37], en su investigación “Resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , sustituyendo el agregado grueso en 10% y 15% de escoria siderúrgica, Chimbote – 2021”, Los resultados demuestran que añadiendo un 10% de escoria se obtiene una resistencia de 240,10 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que añadiendo un 15% de escoria se obtiene una resistencia de 189,3 kg/cm<sup>2</sup>, la más baja en comparación con el concreto normal, que obtuvo 235,30 kg/cm<sup>2</sup>. Llegaron a la conclusión de que las cualidades del concreto mejoran significativamente con un menor porcentaje de sustitución.

Isaías y Roque [38], en su investigación “Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto de  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  -  $f'c=245\text{ kg/cm}^2$  adicionando fibra de aluminio reciclado”, tuvieron por objetivo verificar el desempeño de la EA en las características del concreto, adicionaron fibra de aluminio en dosificaciones de 0.5%, 1.5%, 3% y 4.5% en función del AG, los resultados evidencian que con 3% alcanza una resistencia de 260 kg/cm<sup>2</sup> siendo alto en comparación de la resistencia del concreto normal 225 kg/cm<sup>2</sup>, Finalizaron que, el porcentaje insuperable para incrementar las propiedades del concreto es con 3% de EA.

El propósito de la investigación de Elera y Reyna [39], "Una idea para la disposición de una mezcla de concreto utilizando escoria de acero como sustitución proporcional del árido grueso" era confirmar la importancia de la escoria de acero en las propiedades del concreto. El estudio sustituyó el 5%, 10% y 20% del AG por EA.

Los resultados muestran que la tensión de compresión del hormigón experimental disminuyó en 66,9 MPa, 53,2 MPa y 50,9 MPa en comparación con el concreto estándar, que alcanzó un valor de 67,30 MPa. El estudio concluye que cuanto mayor es la dosis de incorporación, más se ven afectadas y, por tanto, más se reducen las propiedades del concreto.

Sandoval [40], en su "El efecto de la adición de fibras de acero sobre las propiedades mecánicas del concreto con plastificante, Lambayeque 2020", tuvieron por objetivo evaluar el desempeño de las EA en el concreto, su metodología fue adicionar dosis 1 %, 2 %, 3 % y 4 % en el volumen total del concreto, obteniendo resultados satisfactorios con porcentajes del 2 % y 4 %, lo que indica mejoras en sus características mecánicas, concluyo que el concreto hecho de EA puede ser utilizado como concreto estructural, ya que sus características mecánicas se mejoran significativamente.

Torres [41], en su "Una evaluación de las propiedades del concreto con escoria de acero para una resistencia de  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> en Chiclayo-Lambayeque", teniendo por objetivo general era calcular el desempeño de las escorias de acero en porcentajes de 25%, 50% y 100%, su metodología fu experimental mediante la realización de ensayos, sus mejores resultados se logró con 25% de escoria, concluyo que cuando el porcentaje de escoria es menor, el concreto da resultados similares a los del concreto normal.

## **1.2. Formulación del problema**

¿De qué manera influye el uso de la escoria siderúrgica y escoria de aluminio en las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto?

## **1.3. Hipótesis**

La escoria siderúrgica y escoria de aluminio influyen significativamente en las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto.

## **1.4. Objetivos**

### **Objetivo general**

Evaluar las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto incorporando escoria siderúrgica y escoria de aluminio.

### **Objetivos específicos**

- Determinar las propiedades físicas de los agregados.
- Determinar las propiedades físicas y mecánicas del concreto patrón  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  y  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ .
- Determinar las propiedades físicas y mecánicas del concreto patrón  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  y  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ , incorporando escoria siderúrgica en porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20%.
- Determinar las propiedades físicas y mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  y  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ , incorporando el porcentaje óptimo de escoria siderúrgica y escoria de aluminio en proporciones de 2%, 4%, 6% y 8%.
- Determinar el porcentaje óptimo de escoria siderúrgica y escoria de aluminio para mejorar las propiedades mecánicas del concreto.
- Determinar la microestructura y composición química del concreto con el óptimo contenido de escoria siderúrgica.

## **1.5. Teorías relacionadas al tema**

### **Concreto**

#### **Definición**

Fathi et al [42], nos dice que el concreto tiene cuatro elementos esenciales, cemento, agua y árido fino y árido grueso, para la producción final del concreto en estado endurecido pasa por una serie de etapas o fases, el cual empieza en la etapa de concreto fresco siendo recién mezclado y concreto en estado endurecido el cual es obtenido después del fraguado siendo la última etapa teniendo la forma de un bloque rígido teniendo la propiedad presentar resistencia a distintas cargas como compresión, flexión, tracción entre otras.

#### **Componentes del Concreto**

##### **Cemento Portland**

Es un conglomerante se da por la combinación de arcillas, piedra las que se llevan al horno a elevadas temperaturas. El cemento es muy utilizado en construcciones, el cual al agregarle agua tiende a endurecerse [43].

##### **Agregados**

Los agregados equivalen al 70% y 80% del volumen total de la mezcla y los otros 20% y 30% está compuesto por el agua y cemento, los cuales deben cumplir los estándares indicados en las normas internacionales y nacionales del concreto. Los agregados deben ser presentados de acuerdo a lo definido NTP 400.012 [44].

## **Clasificación de los agregados**

### **Agregado Fino**

Proviene de la descomposición de la piedra volcánica natural o artificial, es el agregado derivado de la disgregación artificial, pasa por la malla de 3/8" y se retiene en la malla N° 200. Según la ASTM C33 [45], puntualiza que el MF del AF tiene que oscilar entre 2.3 y 3.1 como máximo, mostrada en el ANEXO I, donde se muestra cada tamiz y el porcentaje que pasa.

### **Agregado Grueso**

Es el agregado acumulado en la malla estándar N° 4, procedente de la descomposición de piedras naturales o artificiales, se muestra en el ANEXO 2 los tamices normalizados para el agregado grueso.

## **Características de los agregados pétreos**

### **Análisis Granulométrico**

El estudio granulométrico es la repartición de distintas partículas de agregados ya sea fino (arena) o grueso (piedra) mediante tamices que van a estar encima de otros con orificios cada vez más pequeños para que puedan traspasar los agregados sobrantes según el orificio, son respectivamente 7 tamices de malla de material, estos tamices están expresados desde la malla N°100 (150 micras) hasta llegar a la malla de 9.52mm donde queda retenido agregados demasiado pequeños [47].

El tamaño de partícula total permitido está en el rango de lo que indica la NTP 400.037, se muestra en el ANEXO 3, la granulometría del agregado fino.

### **Peso Unitario**

Se selecciona el material o agregado que se va a realizar el ensayo, para luego colocar el agregado en el recipiente, este vaciado que se realiza tiene que ser de caída libre y está al ras del molde, una vez pesado, se pesará el molde solo para descontar el peso y obtener como resultado el peso óptimo de la arena [49].

- **Peso Unitario Suelto**

La NTP 400.017, nos dice que implica determinar la densidad total entre la masa del material seco por el volumen ocupado, incluidos los vacíos de aire que se

hallan en las partículas y los vacíos de aire absorbidos [50].

- **Peso Unitario Compactado**

Este ensayo no se realiza en caída libre ya que se rellena el depósito en 3 capas con la que se realizara en cada capa un chuseo de 25 golpes con una varilla, de la misma manera se realiza con una comba de goma 12 golpes al molde por cada capa que se adhiere, posteriormente se pesa, para así conseguir el peso del agregado que abarca en el molde. [51]

### **Peso Específico**

El peso específico de los agregados finos y gruesos es la correlación entre el peso del agregado y el peso específico del agua, según NTP 400.021 y NTP 400.022 [52].

### **Absorción**

La NTP 400.022: AF, NTP 400.021: AG, detalla los datos del estudio para determinar el cambio de peso del material por la absorción de agua que se adhiere a las partículas del material en los poros a lo largo del tiempo [52].

### **Contenido de Humedad**

Método radica en separar un tipo de los materiales fino o grueso para luego pase por un proceso de secado por un horno, esta muestra que se va a separar se va a proceder a llevar a un horno por 24 horas, transcurrido las 24 horas se llevara a pesar la muestra para poder comparas las masas de antes del secado y luego del secado y así poder obtener la humedad del agregado [53].

### **Agua**

Nduka et al [54], nos dice que el agua es elemento principal en el concreto, ya que cuando hace contacto con el conglomerante genera reacciones las cuales hacen ver sus propiedades físico-mecánicas. Serralvo et al [55] nos dice también que este componente no debe contener impurezas, sulfatos o materias orgánicas, por lo que se recomienda utilizar agua potable.

### **Propiedades del concreto**

#### **Concreto en estado fresco**

##### **Temperatura.**

El concreto depende del calor de hidratación y el ambiente al que está expuesto, dicho ensayo esta normado en la NTP [56], el cual especifica que la temperatura no puede ser mayor que 32 °C.

## **Asentamiento.**

Se halla aplicando el cono de Abrams, este ensayo esta normado en la norma ASTM C143 [57] , el cual consiste en colocar el concreto en un cono en 3 etapas, se realiza 25 golpes por cada capa con la varilla de acero liso, con el propósito que la mezcla se distribuya uniformemente, pueda ser manejable, facilite el transporte y la compactación del concreto, para ello se debes existir una relación entre los agregados y los componentes para su elaboración.

## **Peso Unitario**

Cabe señalar que la densidad del hormigón depende de los agregados de los que está compuesto, en granulometría como de su volumen en cuanto a su composición. La densidad para alcanzar el P.U del concreto se divide entre el volumen de molde obtenido un valor en  $\text{kg/m}^3$ , dicho ensayo esta normado en la 339.046 o ASTM C138 [58].

## **Contenido Aire**

Se determina el porcentaje de vacíos del concreto en estado fresco con el instrumento conocido como Olla Washington, regulado por la norma americana ASTM C231 [59], el cual establece los pasos a seguir en laboratorio o en campo para la correcta realización del ensayo.

## **Concreto en estado endurecido**

### **Resistencia a la compresión**

Es la particularidad mecánica principal del concreto, para poder resistir las cargas sometidas, y se enuncia en esfuerzo, su unidad se da en  $\text{kg/cm}^2$  o también expresada en libras por pulgadas (psi) [43]. Los factores que afectan a su resistencia son el método de curado, el contenido de cemento. Se realizan ensayos en probetas aplicando la NTP 339.04 o ASTM C39 [60].

### **Resistencia a la tracción**

Para la resistencia a tracción se ha tenido en consideración lo estipulado en la NTP o ASTM C496 [61], el cual consiste en ubicar el testigo de forma horizontal para que se aplique una fuerza a una cierta velocidad.

### **Resistencia a la flexión**

En dicho ensayo se aplican fuerzas verticales en los 2/3 centrales de la viga, para determinar este ha seguido las indicaciones de la norma ASTM C 293 [62], también es utilizado en diseños de pavimentos rígidos, es decir elementos

horizontales.

### **Módulo de elasticidad**

Es la característica mecánica que refleja la destreza del hormigón para poder deformarse elásticamente, esta elasticidad se puede deformar desde 0% a 45% de  $f_c$ , se lleva a cabo bajo la norma ASTM C-469 (Manual de consejos prácticos sobre el concreto, 2010).

### **Escoria siderúrgica**

Según, Ospina-García [63], las escorias siderúrgicas son desechos que están generados de la producción de acero, se generan 220.0 kg – 370.0 kg por cada Ton de hierro que se produce, esta escoria tiene propiedades mecánicas similares al agregado grueso, es por eso que en algunas ciudades del mundo lo utilizan como material de construcción (p. 2).

Según Rondón et al [64], las escorias son clasificadas en: las que contienen hierro, como escorias de alto horno, las que no contienen hierro y las que son fabricadas por incineración. Las BFS son usadas para la construcción como agregado no convencional para la elaboración de concreto y materiales de relleno (p. 74).

### **Escoria de aluminio**

La escoria de aluminio es un material granular o vítreo que posee propiedades físicas como químicas, tiende a generarse durante la fundición de aluminio.

### **Clasificación de la escoria de aluminio**

#### **Escoria de aluminio primaria**

Se da en el proceso primario de producción, suele contener óxidos de aluminio e impurezas dependiendo del proceso de fundición.

#### **Escoria de aluminio Salina**

Se produce cuando se utilizan sales durante el proceso de realización de aluminio. Las sales tienden a combinarse con los residuos y se solidifican como escoria.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Tipo y Diseño de Investigación

El tipo de investigación fue de enfoque Cuantitativo, debido que permite recolectar nuestros datos y evaluar las características del concreto incorporando parcialmente escoria siderúrgica y escoria de aluminio mediante pruebas, teniendo resultados con los porcentajes elegidos y de esta manera nos permitan usar la cantidad óptima para la producción de concreto [65].

Debido a que para lograr el objetivo se realizaron pruebas de laboratorio, el diseño de la investigación fue de tipo experimental, lo que permitió la posibilidad de demostrar la hipótesis planteada en este estudio a través de la experimentación con las variables presentadas.

Gc <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>	O <sub>1</sub>
Gc <sub>2</sub>	X <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>
Gc <sub>3</sub>	X <sub>3</sub>	O <sub>3</sub>
Gc <sub>4</sub>	X <sub>4</sub>	O <sub>4</sub>
Gc <sub>5</sub>		O <sub>5</sub>

Donde:

- ✓ Gc<sub>1, 2, 3, 4</sub>: Grupos de pruebas generados por 320 muestras.
- ✓ X<sub>1, 2, 3, 4</sub>: Prueba del grupo experimental, que se basa en la adición de escoria siderúrgica en porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20%
- ✓ G<sub>5</sub>: Grupo de control compuesto por 80 muestras.
- ✓ O<sub>1, 2, 3, 4</sub>, = Observación de los resultados en variables independientes.
- ✓ O<sub>5</sub>= Observación de los resultados a la variable dependiente.

Gc <sub>6</sub>	X <sub>6</sub>	O <sub>6</sub>
Gc <sub>7</sub>	X <sub>7</sub>	O <sub>7</sub>
Gc <sub>8</sub>	X <sub>8</sub>	O <sub>8</sub>
Gc <sub>9</sub>	X <sub>9</sub>	O <sub>9</sub>
Gc <sub>10</sub>		O <sub>10</sub>

- ✓  $G_{6,7,8,9}$ : Grupos de pruebas compuestos por 320 muestras.
- ✓  $X_{6,7,8,9}$ : Prueba del grupo experimental, que se basa en la incorporación de escoria de aluminio donde  $X_6 = 10\% \text{ ES} + 2\% \text{ EA}$ ,  $X_7 = 10\% \text{ ES} + 4\% \text{ EA}$ ,  $X_8 = 10\% \text{ ES} + 6\% \text{ EA}$  y  $X_9 = 10\% \text{ ES} + 8\% \text{ EA}$ .
- ✓  $O_{6,7,8,9,10}$  = Observación de los resultados a las variables independientes, concreto con escoria siderúrgica y escoria de aluminio.

## **2.2. Variables, Operacionalización**

### **Variables dependientes (VD)**

Propiedades mecánicas y microestructurales del concreto.

### **Variable independiente (VI)**

Escoria siderúrgica (ES) y Escoria de Aluminio (EA).

### **Operacionalización**

**Tabla I**

Operacionalización de Variable Dependiente: Propiedades mecánicas y microestructurales del concreto.

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
<b>Propiedades mecánicas y microestructurales del concreto</b>	Cemento, agua, áridos finos y gruesos son los cuatro ingredientes básicos que componen el concreto. Hay varios pasos o etapas que deben completarse para obtener el concreto endurecido final. La primera es la etapa del concreto fresco, que es el concreto recién mezclado, y la última es la etapa del concreto endurecido, que se obtiene después del fraguado.	(Se evaluará, pruebas para determinar las propiedades del concreto, para un diseño de 210 y 280 kg/cm <sup>2</sup> )	Propiedades del concreto en estado fresco*	Asentamiento	pulg (")	Observación y revisión documentaria - Fichas de observación y equipos de laboratorio	%	Variable numérica	De razón
				Temperatura	°C				
				Peso Unitario	kg/m <sup>3</sup>				
			Proporciones de diseño	Contenido de aire	%				
			Propiedades del concreto en estado endurecido	Dosificación en volumen	m <sup>3</sup>				
				Resistencia a la compresión	kg/cm <sup>2</sup>				
				Resistencia a la tracción Resistencia a la flexión	kg/cm <sup>2</sup> kg/cm <sup>2</sup>				

**Tabla II**

Operacionalización de Variable Independiente: Escoria Siderúrgica (ES).

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
<b>Escoria Siderúrgica (ES)</b>	(Los residuos generados durante la producción de acero, cuya materia prima principal es la chatarra, son las escorias siderúrgicas. Se producen entre 220 y 370 kg de escoria por cada tonelada de hierro producida; por sus cualidades mecánicas, la escoria se utiliza a veces como material de construcción en ciudades de todo el mundo.)	(Se utilizarán especímenes de concreto para evaluar una muestra que no contenga escoria de acero. A continuación, se añadirán cuatro porcentajes para sustituir el árido grueso, lo que dará lugar a diseños de 210 kg/cm <sup>2</sup> y 280 kg/cm <sup>2</sup> .)	Propiedades físicas	Granulometría	(mm)	(Observación y revisión documentaria - Fichas de observación y equipos de laboratorio)	%	Variable numérica	De razón
				Densidad	(gr/cm <sup>3</sup> )				
				Absorción	(%)				
				Peso Unitario	(gr/cm <sup>3</sup> )				
			Propiedades mecánicas	5%	(kg)				
				10%	(kg)				
				15%	(kg)				
				20%	(kg)				

**Tabla III**

Operacionalización de Variable Independiente: Escoria de Aluminio (EA).

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
<b>Escoria de Aluminio (EA)</b>	(De naturaleza granular o vítrea, la escoria de aluminio es un subproducto de la fundición o producción de aluminio y tiene propiedades químicas y físicas.)	(Se utilizarán especímenes de concreto para evaluar una muestra que no contenga escoria de aluminio. A continuación, se añadirán cuatro porcentajes para sustituir el árido grueso, lo que dará lugar a diseños de 210 kg/cm <sup>2</sup> y 280 kg/cm <sup>2</sup> .)	Propiedades físicas	Granulometría	mm	Observación y revisión documentaria - Fichas de observación y equipos de laboratorio	%	Variable numérica	De razón
				Densidad	gr/cm <sup>3</sup>				
				Absorción	%				
			Propiedades mecánicas	Peso Unitario	gr/cm <sup>3</sup>				
				2%	kg				
				4%	kg				
6%	kg								
8%	kg								

### 2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección

Población de estudio: Se constituyó por testigos y vigas de concreto, ensayadas según el reglamento de la N.T.P. y ASTM.

Muestra: Cuando se quiere elegir una muestra, el primer paso es indicar la unidad a evaluar, vigas, probetas circulares, etc., lo que tengamos que medir, primer tenemos que ser claros y ubicar el problema a investigar y sus objetivos. [66].

Se creó un total de 720 muestras, incluidos 540 especímenes y 180 vigas, utilizando los datos de los ensayos de laboratorio sobre concreto convencional con adición de escoria de acero y aluminio.

**Tabla IV**  
Ensayos para el (CP) 210 y 280 Kg/cm<sup>2</sup>

Concreto Patrón (CP)	Ensayos a realizar	Tiempo de curado (días)			Subtotal	Total
		(7)	(14)	(28)		
<b>210 kg/cm<sup>2</sup></b>	Resistencia a la compresión	3	3	4	10	40
	Resistencia a la tracción	3	3	4	10	
	Resistencia a la Flexión	3	3	4	10	
	Módulo de elasticidad	3	3	4	10	
<b>280 kg/cm<sup>2</sup></b>	Resistencia a la compresión	3	3	4	10	40
	Resistencia a la tracción	3	3	4	10	
	Resistencia a la Flexión	3	3	4	10	
	Módulo de elasticidad	3	3	4	10	
<b>TOTAL DE MUESTRAS</b>						<b>80</b>

Nota. La tabla muestra las diferentes cantidades de muestras a realizar para 210 Kg/cm<sup>2</sup> y 280 Kg/cm<sup>2</sup> en tiempos de curado de 7, 14 y 28 días.

**Tabla V**

Ensayos del concreto  $f'c$  de 210 Kg/cm<sup>2</sup> y 280 Kg/cm<sup>2</sup> incorporando escoria siderúrgica (ES).

Tipo	Ensayos a realizar	Incorporación de escoria siderúrgica (ES)	Tiempo de curado (días)			Total	210 kg/cm <sup>2</sup>	280 kg/cm <sup>2</sup>
			(7)	(14)	(28)			
Probeta	Resistencia a la compresión	5% ES	3	3	4	10	40	40
		10% ES	3	3	4	10		
		15% ES	3	3	4	10		
		20% ES	3	3	4	10		
Probeta	Resistencia a la tracción	5% ES	3	3	4	10	40	40
		10% ES	3	3	4	10		
		15% ES	3	3	4	10		
		20% ES	3	3	4	10		
Viga	Resistencia a la flexión	5% ES	3	3	4	10	40	40
		10% ES	3	3	4	10		
		15% ES	3	3	4	10		
Probeta	Módulo de elasticidad	5% ES	3	3	4	10	40	40
		10% ES	3	3	4	10		
		15% ES	3	3	4	10		
		20% ES	3	3	4	10		
<b>SUB TOTAL DE MUESTRAS</b>						<b>160</b>	<b>160</b>	
<b>TOTAL</b>						<b>320</b>		

**Tabla VI**

Ensayos del concreto  $f'c$  de 210 Kg/cm<sup>2</sup> y 280 Kg/cm<sup>2</sup> con el óptimo porcentaje de escoria siderúrgica (ES) y escoria de aluminio (EA).

Tipo	Ensayos a realizar	Incorporación del óptimo de ES y escoria de aluminio (EA)	Tiempo de curado (días)			Total	210 kg/cm <sup>2</sup>	280 kg/cm <sup>2</sup>
			7	14	28			
Probeta	Resistencia a la compresión	10% ES + 2% EA	3	3	4	10	40	40
		10% ES + 4% EA	3	3	4	10		
		10% ES + 6% EA	3	3	4	10		
		10% ES + 8% EA	3	3	4	10		
Probeta	Resistencia a la tracción	10% ES + 2% EA	3	3	4	10	40	40
		10% ES + 4% EA	3	3	4	10		
		10% ES + 6% EA	3	3	4	10		
		10% ES + 8% EA	3	3	4	10		
Viga	Resistencia a la flexión	10% ES + 2% EA	3	3	4	10	40	40
		10% ES + 4% EA	3	3	4	10		
		10% ES + 6% EA	3	3	4	10		
		10% ES + 8% EA	3	3	4	10		
Probeta	Módulo de elasticidad	10% ES + 2% EA	3	3	4	10	40	40
		10% ES + 4% EA	3	3	4	10		
		10% ES + 6% EA	3	3	4	10		
<b>SUB TOTAL DE MUESTRAS</b>						<b>160</b>	<b>160</b>	
<b>TOTAL</b>						<b>320</b>		

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **Técnica de recolección de datos**

#### **Observación**

En este método se relaciona al investigador con el evento social o participantes, de los que obtenemos los datos que nos permitirán sintetizar para aplicarlo en la investigación. [66].

#### **Análisis de documentos**

En el proceso de ejecución del proyecto hasta la elaboración del informe se consultó diversas fuentes bibliográficas, obtenidas de libros, tesis, artículos científicos, normativas nacionales e internacionales que se relacionan con el tema que se está elaborando.

### **Instrumentos de recolección de datos Técnica de recolección de datos**

#### **Fichas de recolección de datos**

En esta etapa del proyecto se realizó un trabajo de campo en laboratorio para poder adquirir datos de los especímenes de diseños de concreto, y de esta manera comprobar las características del diseño patrón y con la incorporación de escoria de acería. [67].

#### **Validez del instrumento**

La validez es una habilidad o facultad que fundamenta en que realmente las pruebas midan lo que deben medir, que midan lo que el investigador quiera medir de acuerdo con las variables que fueron consideradas o diseñadas. [68]

#### **Confiabilidad**

Los registros utilizados de los ensayos correspondientes y sus formatos normados son certificados por la NTP y ASTM, asimismo se avalan que los valores logrados de los ensayos realizados son demostrados con los certificados de vigencia y calibración de los instrumentos usados.

## **2.5. Procedimiento de análisis de datos**

### **Diagrama de flujo de procesos**

Es la secuencia de la elaboración de la investigación en cada fase del periodo para lograr resultados y probar la hipótesis planteada, en la Fig. 1 se muestra los procesos a llevar a cabo.

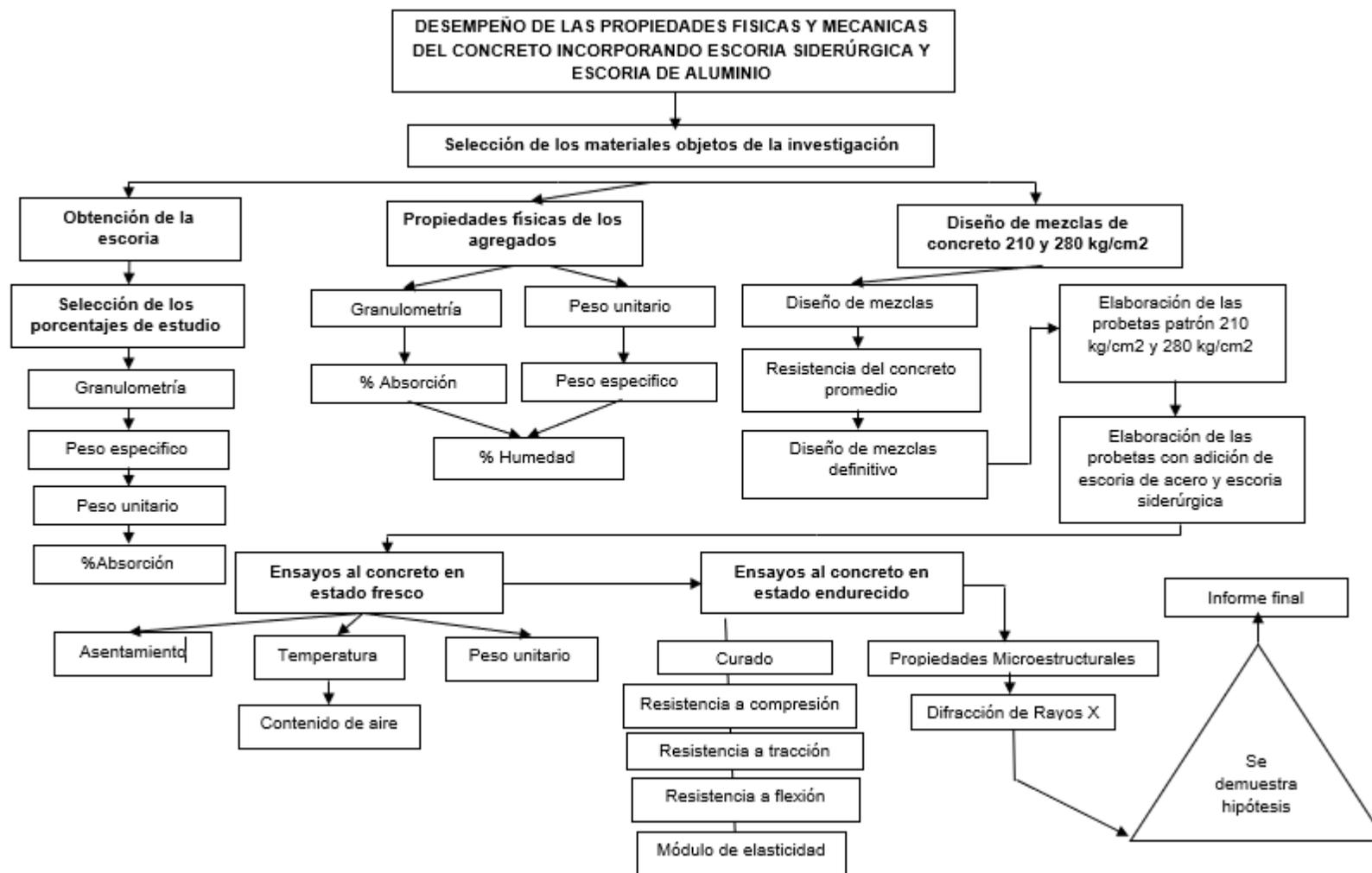


Fig. 1. Diagrama de flujo de procesos de las propiedades del concreto.

## Descripción de procesos

### Materiales

#### a. Agregados (Fino y grueso)

El AF y AG, se obtuvo de dos canteras, “La Victoria” – Pátapo y “Pacherres” – Pucalá, de donde se recogieron muestras para el estudio, para el AF se utilizó la cantera “La Victoria” y “Pacherres”.



**Fig. 2.** Agregado fino (arena)



**Fig. 3.** Agregado grueso (piedra)

## b. Escoria Siderúrgica

La escoria de siderúrgica, fue obtenida de la siderúrgica SIDER PERÚ situada en la región de Chimbote.



**Fig. 4.** Escoria siderúrgica - SIDER PERÚ.

## c. Escoria de Aluminio

La escoria de aluminio se consiguió de la fundición “VALYNO SRL” - José Leonardo Ortiz – Chiclayo – Lambayeque.



**Fig. 5.** Escoria de aluminio - VALYNO SRL.

#### **d. Agua**

El agua utilizada fue del laboratorio “SERVICIO Y LABORATORIOS SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C, ubicado en Av. Vicente Ruso Lote – Chiclayo – Lambayeque, donde se aseguró que el agua empelada sea de preferencia agua potable.

#### **e. Cemento**

Se elaboró con cemento portland (Tipo I), PACASMAYO.

### **Ensayo de los agregados**

#### **a. Análisis granulométricos de los agregados**

Las partículas del agregado se dividen y tamizan a través de una serie de mallas normalizadas de acuerdo con las normas nacionales N.T.P 400.012 o ASTM C136. El MF y el TMN se obtienen para el AF y el AG, respectivamente.



**Fig. 6.** Tamizado del AF y AG.

Se escoge la prueba, luego se procede a llevarla al horno para secarla, se selecciona los tamices de manera descendiente, para el AF como para el AG, se mueve de manera manual, luego se pesa el agregado que se queda en la malla.

#### **b. Peso unitario de agregados**

Se rige mediante la NTP 400.017 / ASTM C29, para obtener el PUS y PUSC para el AG y AF. Asimismo, este ensayo solo es aplicable para agregados con partículas menores a 5”.



**Fig. 7.** Peso unitario compactado del AG.

Para obtener el PUS, el material cae al molde a una altura de 5cm del borde, para el PUSC el material cae a una altura del borde del molde de 1/3, luego se le da una cantidad de veinticinco golpes y se repite en 3 capas.

### **c. Contenido de humedad**

La humedad consiste en calcular el importe de agua atrapada en las partículas de los materiales, además se usa para llevar a cabo la corrección en el diseño de mezclas, se rige a la NTP 339.185 o ASTM C566.



**Fig. 8.** Ensayo de contenido de humedad - Secado de muestras.

Tras pesarla en función del volumen, la muestra global se introduce en el horno y se deja enfriar, introducir en el horno para que el material se enfríe.

**d. Peso específico y % de absorción del AF**

Se lleva a cabo bajo la norma NTP 400.022 o ASTM C128.



**Fig. 9.** Peso específico del AG.

**e. Peso específico y % de absorción del AG**

Se rige a la norma NTP 400.021 o ASTM C 127.



**Fig. 10.** Peso específico del AF.

#### f. Abrasión de agregado grueso.

Los estándares de la norma ASTM C-131 se tuvieron en cuenta a la hora de determinar esta prueba, que se realiza en la máquina Los Ángeles.



Fig. 11. Prueba de abrasión en la Máquina Ángeles.

#### Ensayos del concreto en estado fresco

##### a. Asentamiento

Producido de conformidad con las directrices NTP 339.035 o ASTM C143, se utiliza un cono llamado Abrams y se verifica la trabajabilidad del concreto en pulgadas o centímetros, este control se realiza en obra y en laboratorio y verificar que el concreto cumpla con el asentamiento seleccionado.



Fig. 12. Ensayo de asentamiento al concreto en estado fresco.

### b. Temperatura del concreto fresco

Se realiza al concreto fresco y poder corroborar la temperatura del concreto que no sea mayor a lo considerado en la NTP 339.184 o ASTM C1064, las cuales especifican que la temperatura no sea mayor a 32 °C, para realizar este ensayo se utiliza un termómetro simple y su unidad de medida será en grados centígrados.



**Fig. 13.** Ensayo de temperatura del concreto en estado fresco.

### c. Peso unitario del concreto fresco y contenido de aire.

La NTP 339.046 exige que la densidad del hormigón se determine utilizando una "Olla Washington", en el que se añade agua hasta llenar el recipiente y luego se mide el contenido de aire.



**Fig. 14.** Ensayo de peso unitario del concreto fresco.



**Fig. 15.** Ensayo de contenido de aire.

## Propiedades mecánicas del concreto

### a. Resistencia a la compresión

Esta prueba se efectúa para determinar la dicha resistencia del concreto en probetas cilíndricas a una edad de 7, 14 y 28 días de curado, este ensayo se determinó mediante las especificaciones de la NTP 339.034.



**Fig. 16.** Ensayo de resistencia a compresión.

**b. Resistencia a la tracción**

Esta prueba se usó testigos cilíndricos de concreto simple, cuya función es determinar su capacidad de resistencia ante esfuerzos de tracción, para determinar dicha prueba se siguió los pasos afirmados en la NTP 339.084.



**Fig. 17.** Ensayo de resistencia a tracción.

**c. Resistencia a la flexión**

La resistencia a la flexión se usan vigas de concreto, las cuales son analizadas aplicando una carga vertical la cual está ubicada en los tercios centrales de la viga, para obtener resultados satisfactorios se siguió criterios afirmados en NTP 339.078.



**Fig. 18.** Ensayo de resistencia a flexión.

**d. Módulo de elasticidad**

La ASTM C-496 establece los factores a tener en cuenta para la ejecución de este ensayo, que se realiza sobre probetas cilíndricas y consiste en determinar las deformaciones unitarias del concreto sometido a fuerzas de compresión. El equipo utilizado es la máquina de compresión.



**Fig. 19.** Ensayo de módulo de elasticidad.

## **Difracción de rayos X (DRX)**

**Para el ensayo de difracción de rayos X, se realizó con un equipo Bruker (DRX).**

Se utilizará el método de Relación de Intensidad de Referencia (RIR) para identificar las fases cristalina y amorfa. Se completará en un segundo, entre dos ángulos de 15° y 70°, la concentración del Ratio de Intensidad de Referencia (RIR) no deberá superar el 0,1% en peso.

### **2.6. Criterios éticos**

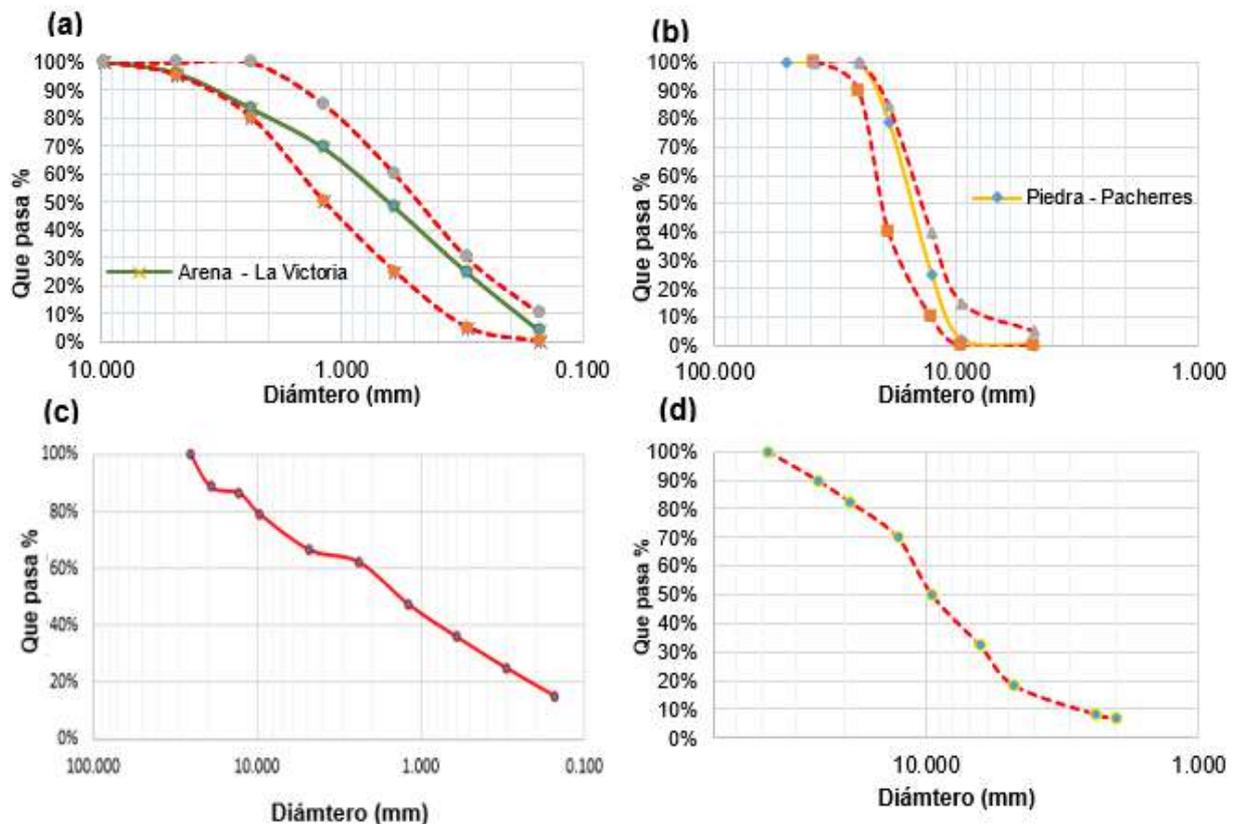
En la presente investigación toda la información retenida han sido adecuadamente referenciadas, de acuerdo con las pruebas realizadas los datos serán registrados, puntualizando autenticidad en los autores, de los cuales no se modificó los datos para este proyecto, dicha investigación está fundada en base a la honestidad y responsabilidad para cooperar con buenos conocimientos e incentivar a futuras indagaciones acerca de mejorar las características del concreto, con diferentes estímulos que aporten en reducir la contaminación al medio ambiente y el aprovechamiento de nuestras reservas naturales. Para elaborar esta tesis, en dónde el producto o resultados obtuvieron datos auténticos, sin ser alterados o manipulados, se escogieron como referencias previas, normas peruanas, libros, artículos citados adecuadamente considerando su autoría

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Resultados

##### Objetivo 1:

Los AF y AG fueron extraídos de las canteras "La Victoria" en Pátapo y "Pacherrez" en Pucalá. La Fig. 20 muestra las curvas granulométricas de los agregados y escorias, la Tabla IX muestra los resultados de las características físicas y la Tabla X muestra las características físicas de las escorias de aluminio y acero.



**Fig. 20.** Curva granulométrica de los agregados convencionales y escorias siderúrgicas y escorias de aluminio. (a) Granulometría agregado fino, (B) Granulometría agregado grueso, (c) Granulometría escoria siderúrgica, Granulometría escoria de aluminio.

**Tabla VII**

Propiedades físicas de los agregados naturales

<b>Propiedades físicas</b>	<b>Agregado grueso (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Agregado fino</b>
CH %	0.50 %	0.93%
	Suelto húmedo	1425.09
	Suelto seco	1418.00
Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )	Comp. húmedo	1521.57
	Comp. Seco	1514.00
Peso específico (g/cm <sup>3</sup> )	2.64	2.60
% de absorción	0.70%	1.05%

**Tabla VIII**

Propiedades físicas de la escoria siderúrgica y escoria de aluminio.

<b>Propiedades físicas</b>	<b>Escoria De aluminio</b>	<b>Escoria siderúrgica</b>
<b>Peso específico (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	5.587	2.718
<b>Peso unitario suelto (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	3.596	2.794
<b>Peso unitario suelto compactado (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	4.531	3.379
<b>Porcentaje de absorción</b>	0.02%	0.12%
<b>Contenido de humedad</b>	0.15%	0.04%
<b>Tamaño máximo nominal</b>	¾"	½"

De acuerdo a las propiedades evaluadas a los agregados se observa que, el AG y AF están cumpliendo con los parámetros señalados para ser utilizados como materiales aptos para en la preparación de concreto, y de las propiedades físicas de las escorias se puede identificar que el peso específico y peso unitario de la escoria de aluminio y escoria siderúrgica son relativamente altas en comparación de los agregados naturales, por ende, son adecuadas en la preparación del concreto.

## Objetivo 2:

### Propiedades físicas

Los resultados de los ensayos realizados para determinar las características físicas del concreto estándar, de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, se muestran en la Tabla IX.

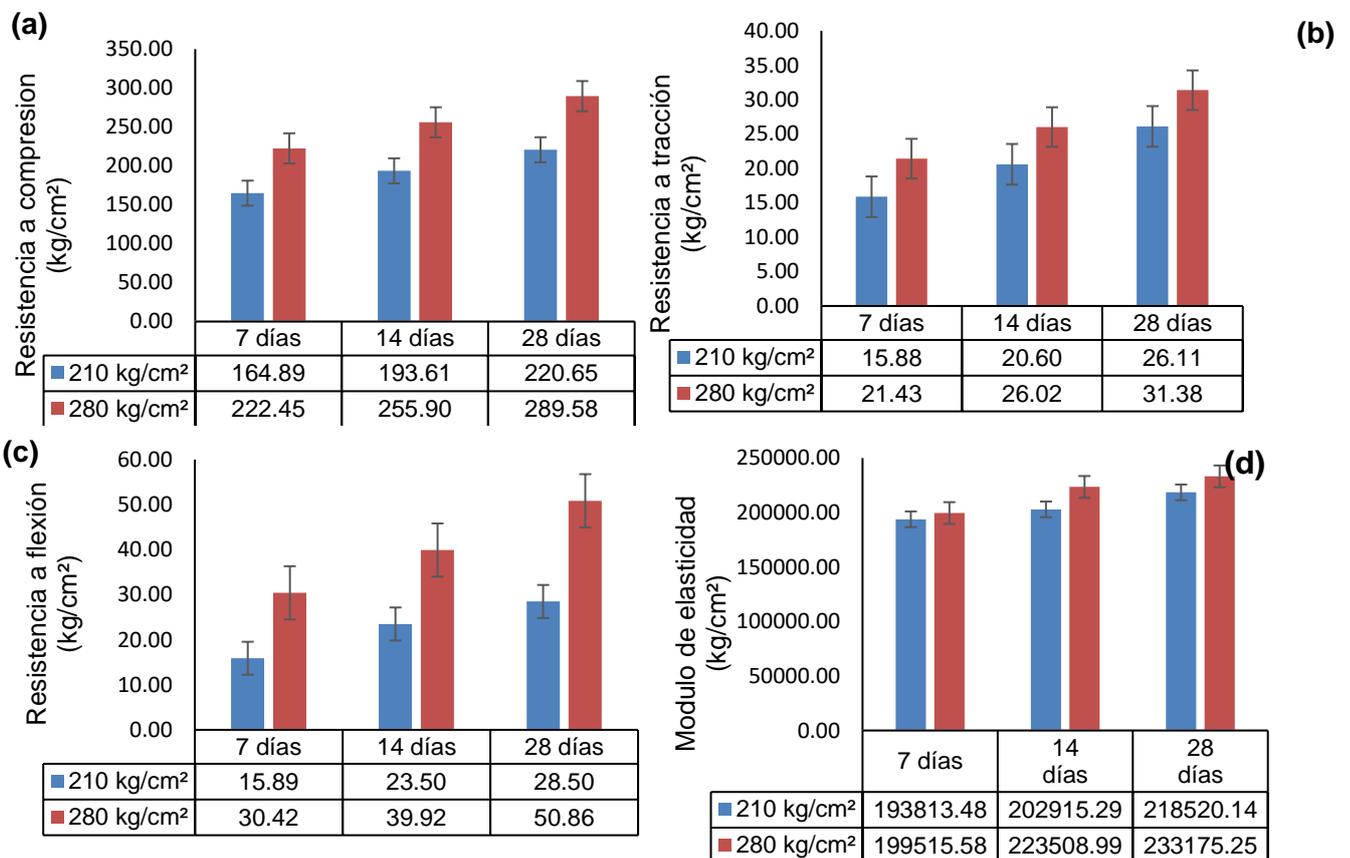
**Tabla IX**

Propiedades físicas del concreto patrón

F-c (kg/cm <sup>2</sup> )	Descripción	Propiedades físicas			
		Slump (plg)	T (°C)	Contenido de aire (%)	Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )
210	(CP)	3.800	20.00	1.950	2345.40
280	(CP)	3.900	20.50	1.920	2356.20

### Propiedades mecánicas

En la Fig. 21 se obtiene las propiedades mecánicas del concreto patrón, en un lapso de curado de 7, 14 y 28 días.



**Fig. 21.** Resultados de las propiedades mecánicas del concreto. (a) Resistencia a compresión, (b) Resistencia a tracción, (c) Resistencia a flexión, (d) Modulo de elasticidad.

Las características mecánicas y físicas del concreto procedían de pruebas en las que el porcentaje de aire era inferior al 2%, el asentamiento cumplía las especificaciones de diseño de la mezcla de 4" y la temperatura se mantenía a 20°C sin superar el límite de 32°C de la norma. La resistencia del hormigón aumentó tras un periodo de curado más largo de 28 días.

### Objetivo 3:

#### Propiedades físicas

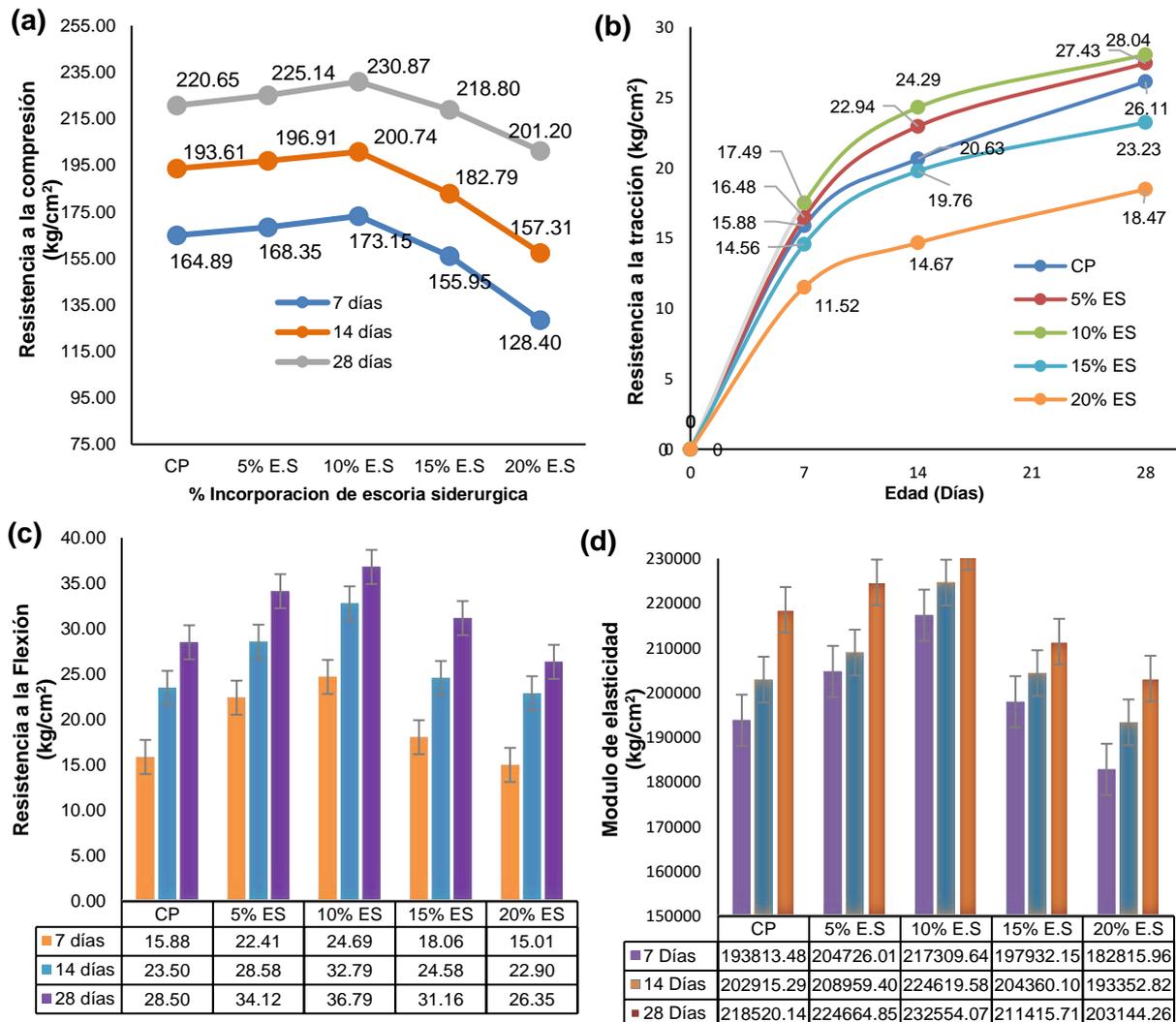
Para investigar las características físicas del concreto, se realizaron ensayos utilizando CP + ES al 5%, 10%, 15% y 20%; la Tabla X muestra los resultados de los ensayos realizados en concreto fresco.

**Tabla X**  
Propiedades físicas de CP adicionando ES.

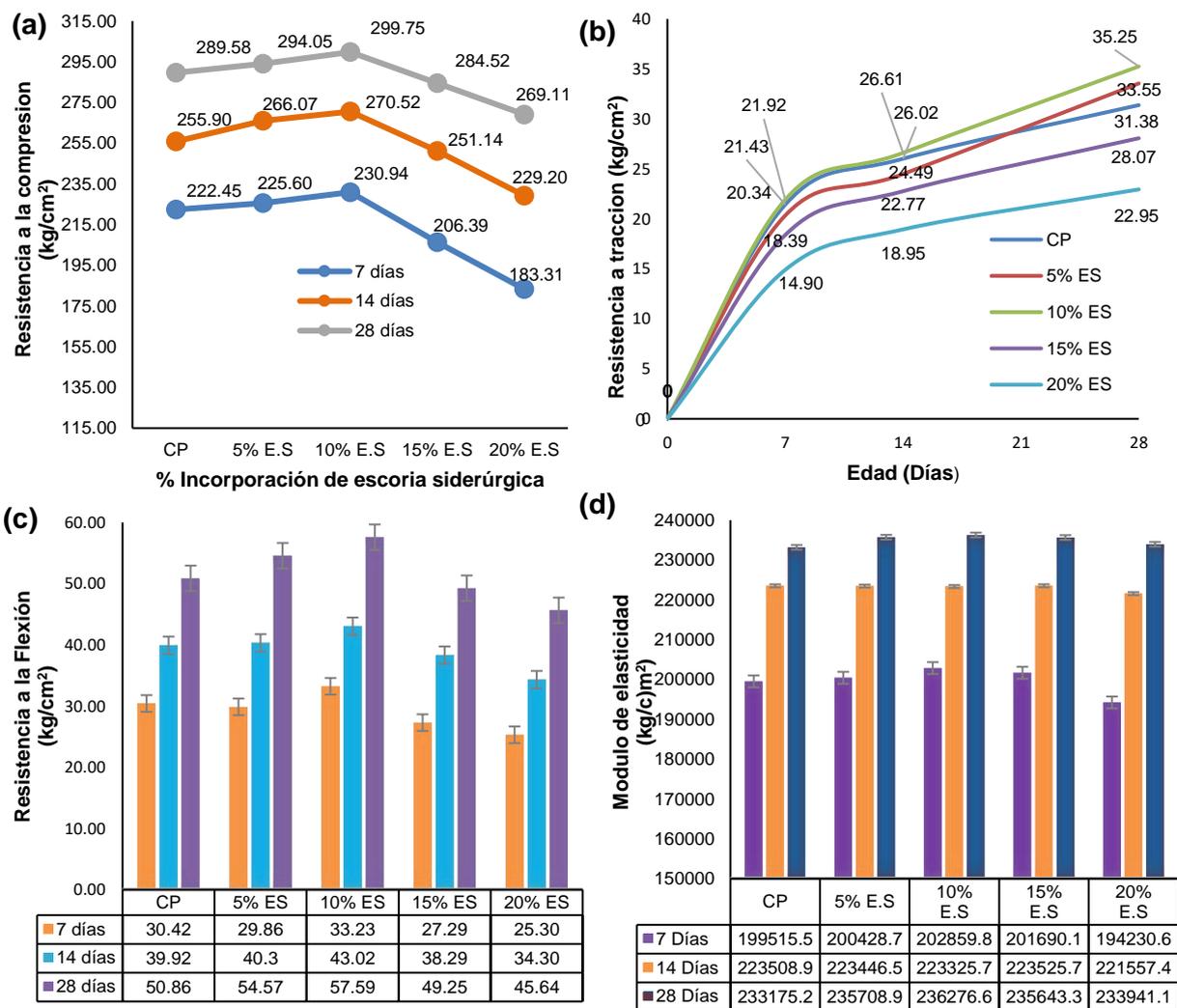
F-c kg/cm <sup>2</sup>	Descripción	Propiedades físicas			
		Slump (plg)	Temperatura (°C)	Contenido de aire (%)	Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )
210	CP	3.80	20.0	1.95	2345.4
	CP+5% ES	3.70	20.4	1.93	2354.4
	CP+10% ES	3.60	19.8	1.91	2365.5
	CP+15% ES	3.50	20.0	1.87	2378.4
	CP+20% ES	3.40	20.5	1.85	2395.2
280	CP	3.90	20.5	1.92	2356.2
	CP+5% ES	3.75	20.5	1.90	2368.9
	CP+10% ES	3.60	20.0	1.88	2381.1
	CP+15% ES	3.40	20.3	1.89	2394.5
	CP+20% ES	3.20	20.6	1.90	2416.8

## Propiedades mecánicas

Las figuras 22 y 23 muestran los resultados para  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ , se ensayaron las propiedades mecánicas del concreto.



**Fig. 22.** Propiedades me mecánicas del CP incorporando ES -  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ . (a) Resistencia a compresión, (b) Resistencia a tracción, (c) Resistencia a flexión, (d) Modulo de elasticidad.



**Fig. 23.** Resultados de las propiedades mecánicas del concreto incorporando ES-  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>. (a) Resistencia a compresión, (b) Resistencia a tracción, (c) Resistencia a flexión, (d) Modulo de elasticidad.

En referencia a lo mostrado en la Tabla X y en las Fig. 22 y 23 se interpreta que, las propiedades físicas del concreto incorporando escorias siderúrgicas (ES) son similares a la del concreto convencional a excepción del peso unitario que se incrementa con la incorporación de ES alcanzando su valor más alto con 20% de ES, mientras que las propiedades mecánicas se mejoran hasta con un máximo de 10% de escorias a mayor porcentaje las propiedades tienden a disminuir considerablemente, siendo 10% el porcentaje adecuado para mejorar las propiedades mecánicas del concreto.

#### Objetivo 4:

Una vez determinado la dosificación óptima de escoria siderúrgica 10% y determinando el diseño de mezclas para la escoria siderúrgica se efectuaron los ensayos para establecer las propiedades físicas y propiedades mecánicas del concreto.

#### Propiedades físicas

Los resultados de estos ensayos, que se realizaron de acuerdo con la NTP o ASTM, se muestran a continuación para CP y CP + óptimo% ES y EA para  $f'c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>.

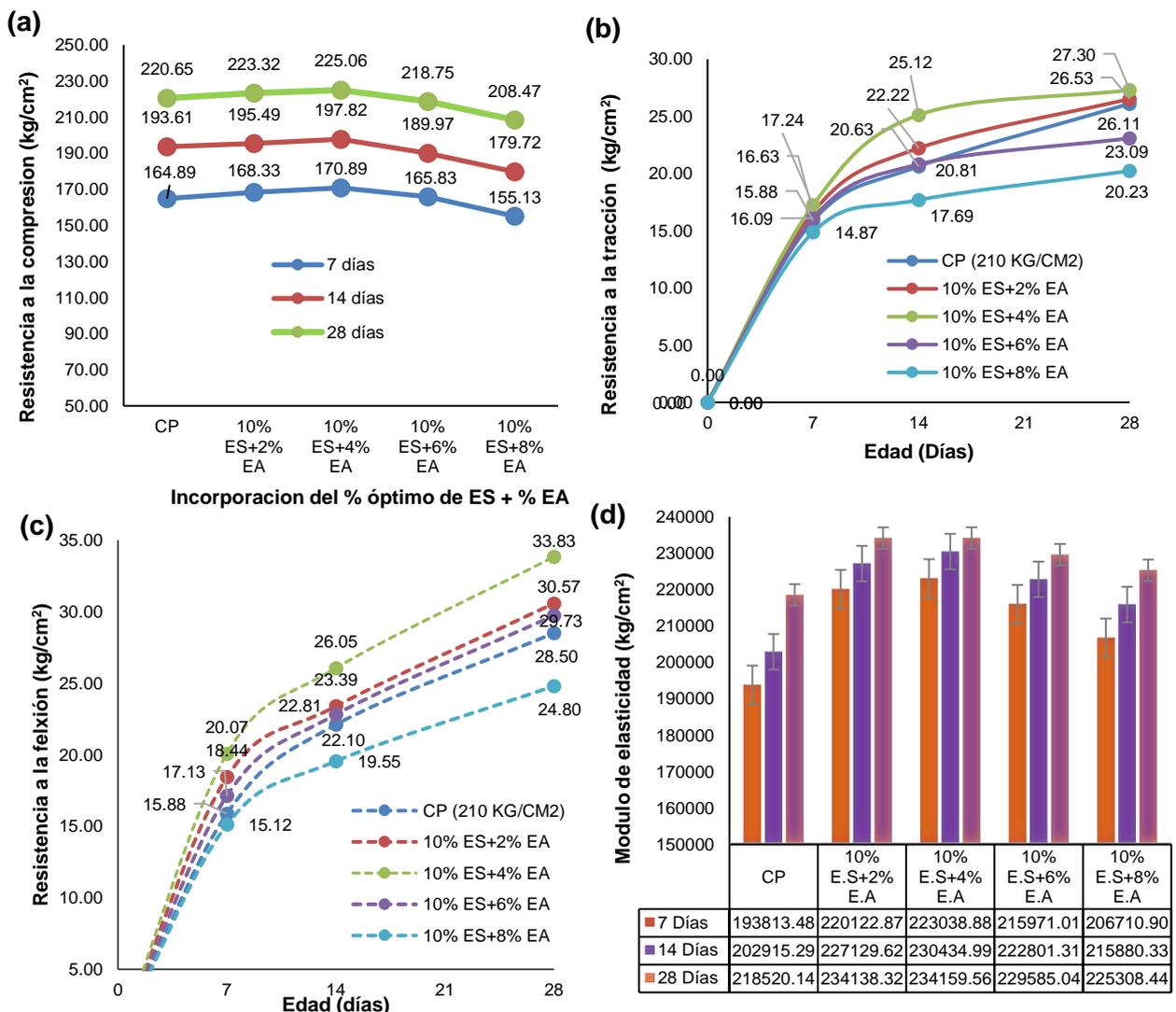
**Tabla XI**

Propiedades físicas del concreto incorporando el porcentaje óptimo de escoria siderúrgica y escoria de aluminio.

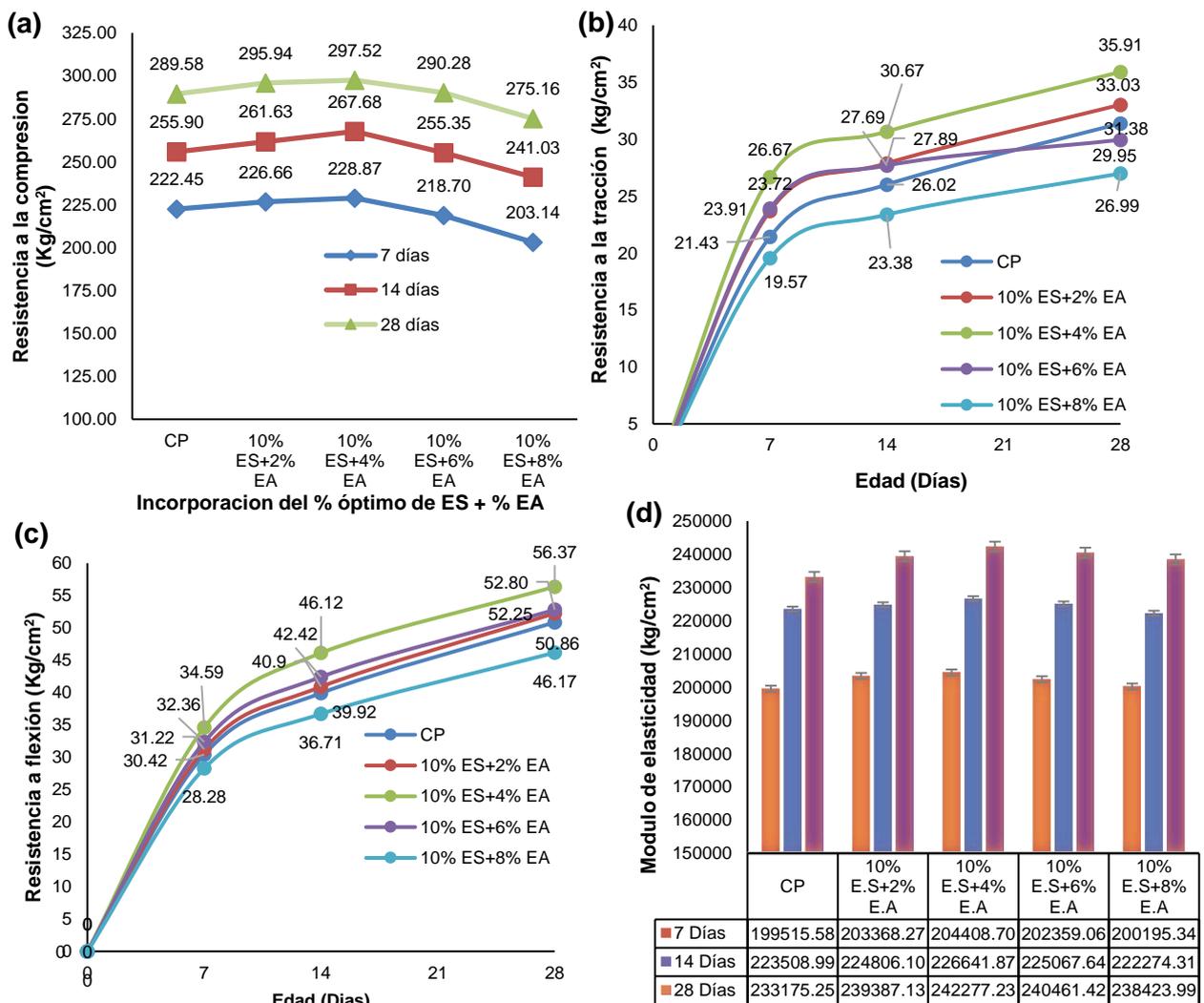
F'c	Descripción	Propiedades físicas			
		Slump (plg)	Temperatura (°C)	Contenido de aire (%)	Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )
210 kg/cm <sup>2</sup>	CP	3.80	20.0	1.95	2345.4
	10%ES+2%EA	3.60	24.0	2.21	2354.1
	10%ES+4%EA	3.35	23.5	2.54	2360.5
	10%ES+6%EA	3.15	24.0	2.62	2375.9
	10%ES+8%EA	2.90	25	2.75	2383.8
280 kg/cm <sup>2</sup>	CP	3.90	20.0	1.92	2356.2
	10%ES+2%EA	3.70	23.5	2.20	2370.0
	10%ES+4%EA	3.50	24.5	2.45	2382.5
	10%ES+6%EA	3.30	25.0	2.60	2390.5
	10%ES+8%EA	3.10	26.0	2.80	2395.1

## Propiedades mecánicas

Los resultados de las propiedades mecánicas, que incluían el módulo de elasticidad, la resistencia a la tracción, la resistencia a la flexión y la resistencia a la compresión, se muestran en las Figs. 24 y 25 para una  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ , respectivamente. las proporciones ideales de escoria de aluminio son 2%, 4%, 6% y 8%, y la escoria de acero es 10%.



**Fig. 24.** Resultados de las propiedades mecánicas del concreto incorporando el porcentaje óptimo de escoria siderúrgica y escoria de aluminio -  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ . (a) Resistencia a compresión, (b) Resistencia a tracción, (c) Resistencia a flexión, (d) Modulo de elasticidad.



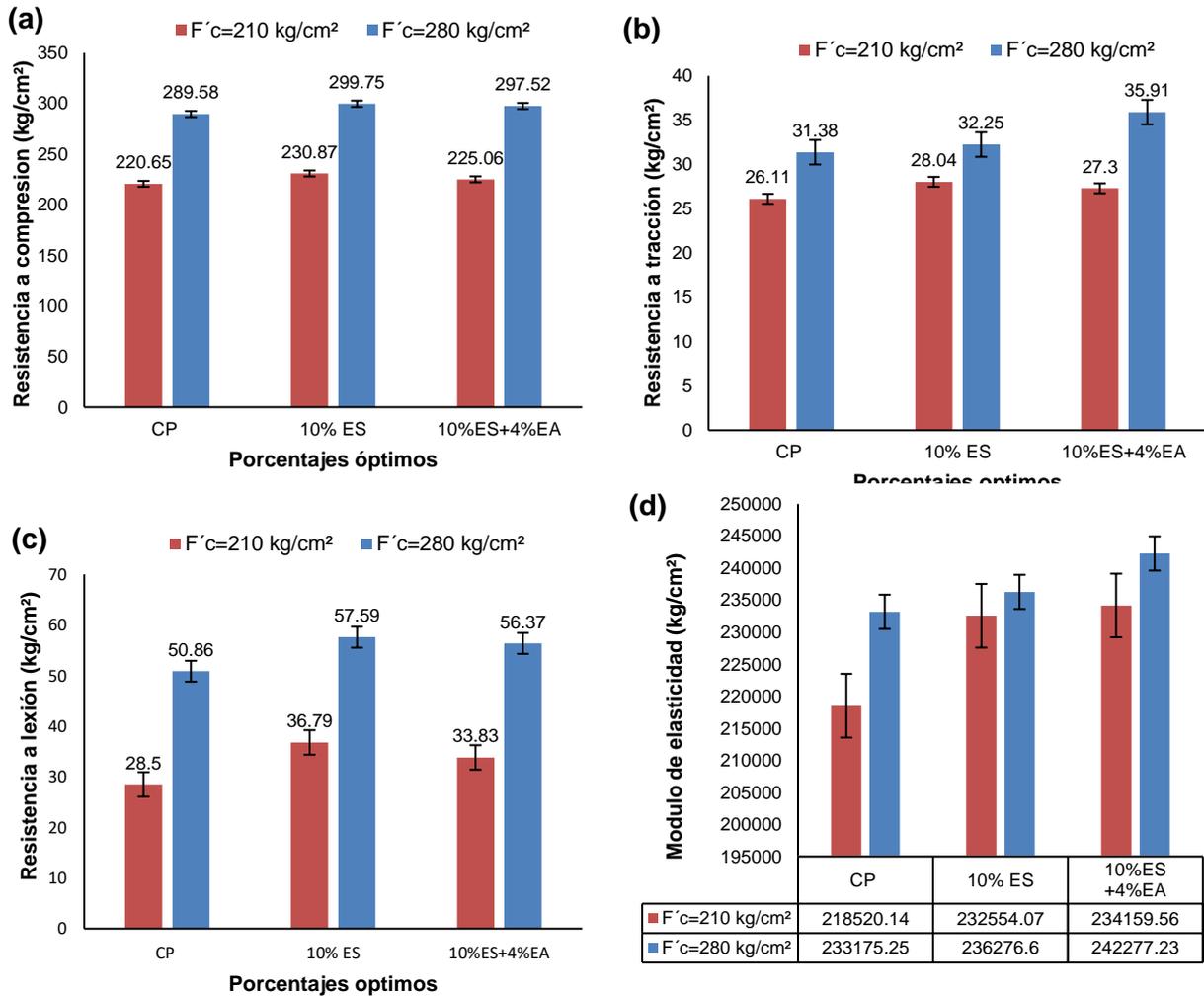
**Fig. 25.** Resultados de las propiedades mecánicas del concreto incorporando el porcentaje óptimo de escoria siderúrgica y escoria de aluminio -  $f'_c=280$  kg/cm<sup>2</sup>. (a) Resistencia a compresión, (b) Resistencia a tracción, (c) Resistencia a flexión, (d) Modulo de elasticidad.

De acuerdo a los resultados mostrados en la Tabla X y en las Fig. 24 y 25 se interpreta que, las propiedades físicas del concreto incorporando el porcentaje óptimo de escoria siderúrgica y escoria de aluminio se ven afectada en específico la temperatura y el contenido de aire que tienden a incrementarse, esto se debe a que el aluminio al entrar en unión con el cemento y agua genera una reacción química produciendo burbujas de hidrogeno, alcanzado sus valores más altos con 8% de incorporación, el peso unitario se incrementa con la incorporación de EA alcanzando su valor más altos con 8% de EA, mientras que las propiedades mecánicas se mejoran hasta con un máximo de 4% de escorias a mayor porcentaje las propiedades

tienden a disminuir considerablemente, evaluadas a una edad de 28 días.

**Objetivo 5:**

En la siguiente Fig.26 se muestra los valores más altos en función de cada porcentaje incorporado de escoria siderúrgica y escoria de aluminio.



**Fig. 26.** Determinación de la proporción óptimo de incorporación de escorias. (a) Resistencia a compresión, (b) Resistencia a tracción, (c) Resistencia a flexión, (d) Modulo de elasticidad.

En la figura anterior se observa los valores de las propiedades mecánicas del concreto con los porcentajes óptimos de la escoria siderúrgica que es 10% y de la escoria de aluminio es de 4%, las cuales incrementan sus valores relativamente y se comportan similar a la de un agregado natural.

## Objetivo 6:

La Fig. 26 muestra los datos obtenidos con el 10%ES para un f'c 210 Kg/cm<sup>2</sup>.

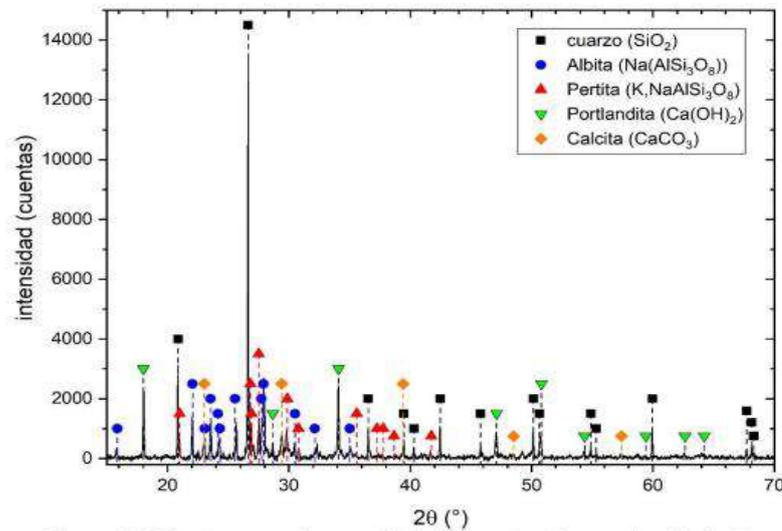


Fig. 27. Difracto grama de rayos X de la muestra de escoria siderúrgica.

**Tabla XII**

Concentración de las fases cristalinas de la muestra.

Fase	Fórmula	Concentración (wr%)
Cuarzo	SiO <sub>2</sub>	27.6
Albita	NaAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	21.8
Pertita	K, Na AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	14.4
Portlandita	CaOH <sub>2</sub>	5.5
Calcita	CaCO <sub>3</sub>	3.2
Amorfo	-----	27.5

En la tabla anterior se muestran que la concentración de cuarzo en los componentes cristalinos es del 27.6%, seguido de albita 21.8%, pertita 14.4%, portlandita 5.5%, calcita 3.2%, y una fase cristalina amorfa de cuarzo al 27.5%.

## 3.2. Discusión

### Discusión 1:

Luego de realizar los ensayos, se determinó que las características físicas de los áridos cumplían las normas nacionales e internacionales, lo que los convertía en materiales aceptables para el diseño de mezclas de hormigón, corroborando lo estudiado por Aquino [69], trabajó con AF y AG los cuales tenían un P.E de 2.65 y 2.65 gr/cm<sup>3</sup> y 1.2% y 1.1% de absorción, lo que concuerda con en esta investigación, Sandoval [40], nos dice que en su estudio trabajaron con AF y AG con un P.E de 2.67 gr/cm<sup>3</sup>, el AF obtuvo un MF de 2.89 siendo cercano al de esta investigación de 2.75.

Con respecto a las escorias ES y EA, Valverde & Ulloa [37], utilizaron escoria siderúrgica con un TMN de ¾" y escoria de aluminio con un TMN de ½" lo que, además determinaron que el peso unitario y específico son relativamente altos en comparación de los agregados naturales, lo que concuerda con esta investigación donde se determinó que los valores del peso específico y peso unitario son relativamente altos en relación de los agregados convencionales.

### Discusión 2:

De las propiedades físicas del concreto se alcanzó un slump de 3" a 4" teniendo un concreto manejable con consistencia plástica, lo que concuerda con Deledesma, [70], el cual obtuvo asentamientos que oscilan entre 3" y 4" estando dentro del rango aceptable. También se determinó con valores de 2345 kg/m<sup>3</sup> y 2356.20 kg/m<sup>3</sup> respectivamente, de tal manera Torres [41], mostro en su estudio un PU de 2345 kg/m<sup>3</sup> teniendo una diferencia de 0.48 % para el concreto patrón 280 kg/cm<sup>2</sup>, con respecto al contenido de aire se alcanzó un valor de 1.95% y 2.03% para una resistencia 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>, lo que indica diferencia con respecto a lo investigado por Biskri et al [26], donde el aire retenido fue de 2% y 1.80%.

Para el ensayo de temperatura, se obtuvieron temperaturas de 20 °C y 20.5 °C y 280 kg/cm<sup>2</sup>, las cuales se mantienen dentro del límite establecido ya que no superan los 32°C. En cambio, Sandoval [40], obtuvo 30.35 °C y 29.75 para ambas resistencias, los cuales varían en gran magnitud con los datos obtenidos en este estudio, esto se debe a la temperatura de elaboración de la mezcla de concreto.

La propiedad de resistir a compresión del CP se obtuvieron 220.65 kg/cm<sup>2</sup> y

289.58 kg/cm<sup>2</sup> para las dos resistencias, lo cual demuestra que el concreto supera la resistencia de diseño, lo que concuerda con lo elaborado por Torres [41], donde indica que adquirió una resistencia a la compresión de 309 kg/cm<sup>2</sup> la que es mayor a la de diseño de 280 kg/cm<sup>2</sup>, por otro lado Malathy et al [9], alcanzó una resistencia de 220 kg/cm<sup>2</sup> lo que demuestra que tiene una resistencia mayor.

La resistencia a la tracción del CP se consiguió en valor de 15.88 kg/cm<sup>2</sup> y 21.43, estos datos muestran concordancia con valores de Fathi et al [42], en su investigación obtuvieron valores de 1.72 MPa y 2.20 MPa para ambas resistencias en un tiempo de curado de 28 días respectivamente, Sandoval [40], en su estudio consiguió una resistencia de 1.70 Mpa y 2.23 Mpa para ambas resistencias las cuales demuestran una pequeña variación con respecto a los valores adquiridos en esta investigación.

El ensayo a tracción en esta investigación alcanzo valores de resistencia de 28.50 y 49.25 kg/cm<sup>2</sup> para ambas resistencias, con una edad de 28 días, dichos valores muestran una diferencia en comparación a lo evaluado por Aquino [69], donde obtuvo una resistencia a flexión de 32.20 kg/cm<sup>2</sup> para el CP.

El módulo elástico determinado por este estudio es de 218520.14 kg/cm<sup>2</sup> y 233175.25 kg/cm<sup>2</sup> para las dos resistencias, corroborando lo investigado por García [71] para el módulo elástico del concreto estándar para ambas resistencias revelan valores de 219762 kg/cm<sup>2</sup> y 258516 kg/cm<sup>2</sup>, presentando una pequeña variación respecto a esta investigación.

### **Discusión 3.**

El concreto incorporando escoria en porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20% se alcanzó un slump de 3.70", 3.60", 3.50" y 3.40 para 210 kg/cm<sup>2</sup> y 3.75", 3.60", 3.40" y 3.20" para 280 kg/cm<sup>2</sup>, estando dentro del rango requerido de 3" a 4" según el diseño de mezclas, evidenciando que el concreto presenta una consistencia trabajable. Corroborando lo estudiado por Elsayed et al [30], mencionaron que la adición de ES disminuye la trabajabilidad alcanzando su valor más bajo con 24% y 30% lo que coincide con el caso presentado en los resultados de este.

En %aire esta entre 1.80% y 2%, entando dentro del rango requerido que para un TMN de ¾" el %aire no deberá aumentar el 2%. Corroborando lo investigado con Channa y Saand [28] indicaron que la adición de escoria siderúrgica al 20 % tiene un contenido de aire de 1.90% y al 5% tiene un contenido de aire de 1.5% lo que

concuenda con lo investigado, ya que al incrementar la dosis de ES el %aire disminuye.

El peso unitario se incrementa con la incorporación de ES alcanzando un valor de 2395.2 kg/m<sup>3</sup> con 20% de ES, lo que concuerda con Rubio et al, [3] menciona que a mayor % de adición de escoria de acero el PU sube, este incremento se debe al peso unitario de la ES que es relativamente alto en comparación de un agregado natural, lo que concuerda con la investigación que se alcanzó valores altos con mayor porcentaje de adición, lo que también concuerda con Torres [41], ya que detallo que el al 25% de adición de ES el PU es de 2345.0 kg/m<sup>3</sup> y al 100% ES tiene un PU de 2447.0 kg/m<sup>3</sup>, el cual se incrementa a mayor adición de escoria.

La temperatura oscila en un rango de 20°C y 21 °C para ambas resistencias tanto para el concreto patrón y concreto experimental, las cuales no superan los 32°C que establece el NTE E060 [72].

Corcuera y Vela [11] quienes determinaron que el 10% de escoria de acero incrementa la resistencia en 39 MPa y el hormigón normal un valor de 35 MPa a una edad de 28 días, lo que concuerda con los valores de esta investigación que el concreto se desempeña mejor con 10% aumentando la resistencia a compresión en 9.94% para 210 kg/cm<sup>2</sup> y para 280 kg/cm<sup>2</sup> se incrementó en 7.14% a una edad de 28 días, lo que concuerda con Xie & Zuo [73], quienes afirmaron que la propiedad mecánica de compresión se mejora en 1.52% referente al concreto estándar con 10% de incorporación de polvo de acero.

Los resultados de este estudio, muestran que la resistencia a flexión aumenta hasta un máximo del 10% de adición para resistencias de 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>, se está en desacuerdo con los resultados de Andrade et al. [5], que también indican que la resistencia a flexión disminuye en función de la adición, obteniendo mejores resultados con el 5% y el 10% con escoria de acero alcanzando valores de 2,5 y 2,4 MPa respecto a la muestra control 2,55 MPa. 10%, a lo largo de 28 días, la resistencia aumenta y alcanza un valor de 10,30 MPa frente a los 10,30 MPa de las resistencias de 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>.

Los residuos de acero añadidos y confirmados por Biskri et al. [26], declararon que una proporción adecuada de aumento de la resistencia a la tracción es del 10% proporción suficiente. Estas conclusiones del presente estudio, indican que la resistencia no aumenta mucho y alcanza sus valores máximos al 10% ES, aumenta un 6,88% y un 11,21%.

Los resultados de este estudio, que 1,79% y 1,27% con 10% de adición de escoria de acero, concuerdan con los de Ananthi y Karthikeyan [17], que demostraron que la escoria de acero elevaba el módulo de elasticidad del concreto hasta 1,52% en comparación con la muestra de control.

#### **Discusión 4.**

Cuando se incluyeron ES y EA al 10% en porcentajes del 2, 4, 6 y 8%, se demostró que el asentamiento disminuía cuanto mayor era la adición; el resultado más bajo, con un 8% de EA, fue de 2,90"; el valor más alto, para el concreto estándar, fue de 3,9". Se trata de una consistencia trabajable del concreto que se sitúa dentro del intervalo especificado de 3" a 4". Esto concuerda con los resultados de Naik et al. [27], quienes descubrieron que, dado que la EA aumenta la fluidez de la mezcla, el asentamiento está relacionado con la adición; cuanto mayor es la proporción, menor es el asentamiento, lo que

El contenido de aire aumenta hasta un valor máximo de 2,80% a 280 kg/cm<sup>2</sup> y de 2,75% a 210 kg/cm<sup>2</sup> cuando se incorpora un 8% de EA, que es el valor más alto respecto al concreto estándar, que alcanzó un valor de 1,92%, lo cual concuerda con lo investigado por Muñoz et al. [31], mencionaron que al incrementar la dosis de EA aumentan el % de aire, este aumento se debe a una reacción química que produce hidrógeno, lo cual concuerda con los valores logrados en este estudio, donde se puede observar que el aire aumenta con la dosis.

El PU del concreto, aumenta al incrementar el % de ES alcanzando los valores más altos de 2375,9 kg/m<sup>3</sup> y 2395,1 kg/m<sup>3</sup>, el cual es mayor en el concreto estándar que alcanza los 2356,20 kg/m<sup>3</sup>, lo que concuerda con lo investigado por Muñoz et al. [31], obtuvieron resultados que mostraron un mayor aumento porcentual en el PE en comparación con la mezcla estándar.

Las temperaturas alcanzadas para la resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> fueron 24°C, 23,5°C, 24°C y 25°C, y para la resistencia de 280 kg/cm<sup>2</sup> fue de 23.5°C, 24.5°C, 25°C y 26°C para adiciones de 10%ES con EA en porcentajes de 2%, 4%, 6% y 8% respectivamente, se determinó que los resultados de las temperaturas obtenidas están dentro de los parámetros, ya que no superan los 32°C según la NTE E060 [72].

El concreto con 10% escoria siderúrgica adicionando escoria de aluminio mejora las propiedades del concreto específicamente la resistencia a compresión con 4% de adición, corroborando lo investigado por Javali et al [74], determinaron que el

concreto se desempeña mejor a compresión con un máximo de 5% de incorporación de escoria de aluminio, lo que concuerda con esta investigación que aumenta la resistencia a la compresión con un máximo de 4% de adición adquiriendo un valor máximo de 225.06 kg/cm<sup>2</sup> y 297.52 kg/cm<sup>2</sup>.

Muñoz et al [31], mencionaron que las virutas de aluminio mejoran la resistencia a flexión en un máximo de 3.5% alcanzando un valor de 7,62 MPa siendo el valor más alto en comparación de la muestra control 6.83 MPa, lo que coincide con los valores de esta indagación mejorando la resistencia a flexión con un máximo de 4% alcanzando un valor de 33.83 kg/cm<sup>2</sup> y 56.37 kg/cm<sup>2</sup> siendo los valores más altos en relación a la del CP que alcanzaron valores de 28.50 y 50.86 kg/cm<sup>2</sup>.

Channa & Saand [28], mencionaron que al adicionar escorias de aluminio mejoran la resistencia a tracción en porcentajes menores incrementando su resistencia en 15.40% con 10% de adición, lo que concuerda con los valores alcanzados, donde se consiguió un mejor comportamiento de la resistencia a tracción con 2% y 4% de escorias de aluminio, con porcentajes mayores a 4% la resistencia disminuye.

García & Ríos [71] remplazo valores similares a los de la EA en 0.5%, 1.5%, 3.5% y 5%, donde con el 0.5% se obtuvo un módulo de elasticidad mayor con los que respecta a los otros porcentajes, en comparación con el CP tuvo un alza de 8850 kg/cm<sup>2</sup>, lo que discrepa con lo logrado en esta investigación, puesto que se alcanzó valores máximos con 4% de escoria de aluminio.

## **Discusión 5.**

Los porcentajes óptimos determinados en esta investigación que aumentan las propiedades del concreto es del 10% de escorias siderúrgicas y del 4% de escorias de aluminio, lo que concuerda con Ananthi y Karthikeyan [75], quienes determinaron que la dosificación óptima es del 10% para mejorar las propiedades mecánicas del concreto, por otro lado Javali et al [74], determinaron que las propiedades mecánicas se mejoran con un máximo de 5% de incorporación de escoria de aluminio, lo que coincide en el caso ocurrido con los valores alcanzados, ya que el concreto con adición del 4% EA incrementa las propiedades del concreto, pero existe una diferencia en los porcentajes óptimos debido a que, se trabajan en diferentes escenarios.

## Discusión 6.

Cabe destacar que el presente análisis de esta investigación presenta una cierta discrepancia con Sun et al [22], quienes determinaron mediante el análisis de rayos X que la muestra con adición de escoria de acero está compuesta por cuarzo ( $\text{SiO}_2$ ),  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  y  $\text{CaCO}_3$ . Corroborando lo estudiado por Farshad et al [76] mencionan que los valores alcanzados del análisis de DRX para la escoria de acero se compone de óxido de hierro ( $\text{FeO}$ ), magnetita ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) y el óxido de calcio ( $\text{CaO}$ ) mostró una intensidad más alta, lo que discrepa con los valores conseguidos de la presente investigación donde se observa que el cuarzo ( $\text{SiO}_2$ ) tiene una concentración mayor. Biskri et al [26], mencionaron que la escoria de acero presenta una baja cantidad de fases cristalizadas en forma de calcita lo que concuerda con la investigación puesto que la calcita ( $\text{CaCO}_3$ ) presenta la menor concentración en la adición de escoria siderúrgica.

## IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones

Los agregados fueron obtenidos de canteras, el AF se extrajo de la cantera “La Victoria” – Pátapo y el AG se obtuvo de la cantera “Pacherres” – Pucalá, los cuales cumplen con los requerimientos de la normatividad vigente, las propiedades de ES y EA están dentro de los mínimos requeridos para ser usados como agregados.

Las propiedades mecánicas del concreto estándar superan las resistencias de diseño tanto para  $210 \text{ kg/cm}^2$  como para  $280 \text{ kg/cm}^2$ , y sus propiedades físicas cumplen los requisitos de la norma. En consecuencia, las dosificaciones de peso y volumen especificadas en el diseño de la mezcla, así como las dosificaciones de volumen elegidas para el diseño de la mezcla fueron correctas.

La incorporación de 5%, 10%, 15% y 20% de ES por agregado grueso, se determinó que las propiedades físicas no se afectan, puesto que, se mantienen similares al concreto patrón, mientras que, las propiedades mecánicas se mejoran considerablemente alcanzando sus valores máximos con 10% de escoria siderúrgica.

Las propiedades físicas incorporando el % óptimo de ES e incorporando EA, se afectaron incrementándose en específico la temperatura y el contenido de aire debido a una reacción química que se genera, en cuanto a las propiedades mecánicas el óptimo porcentaje para aumentar su comportamiento es de 4% de escorias de aluminio.

El óptimo porcentaje con adición de escoria siderúrgica (ES) por AG es de 10% y de EA es 4%, pues se alcanzaron resultados mayores de resistencia a compresión.

El análisis de difracción de rayos X, evidenció que la muestra analizada consiste principalmente en minerales como cuarzo, albita, pertita, portlandita y calcita, además se observa una fase amorfa que no es posible identificar con la técnica de (DRX).

## 4.2. Recomendaciones

Para la obtención del árido fino y grueso se recomienda utilizar los áridos procedentes de las canteras Victoria y Pacherres, con el fin de obtener árido grueso y fino que cumpla con las especificaciones de la norma.

Es fundamental compactar de manera adecuada la mezcla de concreto cuando se va a verter dicha mezcla en los moldes para así no provocar la aparición de cangrejas, y no afectar a las propiedades mecánicas del concreto.

Se sugiere incorporar porcentajes bajos de escoria siderúrgica y escoria de aluminio, ya que con porcentajes mayores el concreto no es muy trabajable al incorporar la mezcla en el molde.

Tener en cuenta que al incrementar la porción de escoria de aluminio incrementa el % aire, este incremento se debe a una reacción química que genera gas de hidrogeno.

Se recomienda utilizar un máximo de 10% ES y 4% EA para hormigones de 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>, ya que estos porcentajes aumentarán la resistencia a la compresión del concreto.

Para el estudio de (DRX) con ES, se recomienda tomar una muestra del concreto y realizar la pulverización mecánica y pasarla por la malla N° 200.

## REFERENCIAS

- [1] V. Ortega López, A. García Llona, V. Revilla Cuesta, A. Santamaría and J. San-José, "Fiber-reinforcement and its effects on the mechanical properties of high-workability concretes manufactured with slag as aggregate and binder," *Journal of Building Engineering*, vol. 43, no. 4, p. 102548, 2021.
- [2] S. Jagan, T. Neelakantan and G. Kannan, "Mechanical and durability properties of the concrete with copper slag," *Revista de la Construcción*, vol. 20, no. 2, pp. 359 - 370, 2021.
- [3] M. D. Rubio, M. E. Parron, A. B. Ribeiro, F. Perez and M. J. Oliveira, "Influence of steel slag type on concrete shrinkage," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 13, no. 1, p. 214, 2021.
- [4] E. R. Noufal, «Influence of copper slag and GGBS on mechanical,» *Materials Science and Engineering*, vol. 1114 , nº 012008, p. 9, 2021.
- [5] H. Andrade, J. M. Carvalho, L. C. Costa Barboza, F. Elói Fonseca, K. Silva and R. A. Peixoto Fiorotti, "Mechanical performance and resistance to carbonation of steel slag reinforced concrete," *Construction and Building Materials*, vol. 298, no. 12, p. 11, 2021.
- [6] T.-T. Nguyen, H.-H. Mai, D.-H. Phan and D.-L. Nguyen, "Responses of concrete using steel slag as coarse aggregate replacement under splitting and flexure," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 12, no. 12, p. 4913, 2020.
- [7] H. M. Khater, «Development and characterization of sustainable lightweight geopolymer composites,» *Ceramica*, vol. 65, nº 373, p. 10, 2019.
- [8] Y. I. A. Aisheh, D. S. Atrushi, M. H. Akeed, S. Qaidi and B. A. Tayeh, "Influence of polypropylene and steel fibers on the mechanical properties of ultra-high-performance fiber-reinforced geopolymer concrete," *Case Studies in*

*Construction Materials*, vol. 17, no. e01234, pp. 70-81, 2022.

- [9] R. Malathy, M. Arivoli, M. Chung and M. Prabakaran, "Effect of surface-treated energy optimized furnace steel slag as coarse aggregate in the performance of concrete under corrosive environment," *Construction and Building Materials*, vol. 284, no. 17, p. 122840, 2021.
- [10] Z. Pan, J. Zhou, X. Jiang, Y. Xu, R. Jin, J. Ma, Y. Zhuang, Z. Diao, S. Zhang, Q. Si and W. Chen, "Investigating the effects of steel slag powder on the properties," *Construction and Building Materials*, vol. 200, no. 1, pp. 570-577, 2019.
- [11] A. E. Corcuera y J. R. Vela , «Impacto de la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto a partir de la sustitución de la piedra por ecogravilla de escoria de acero, Trujillo-2018,» 2018.
- [12] E. F. Farias and S. M. Fiestas, "Diseño de concreto de alta resistencia adicionando escoria de acero como agregado fino ( $f'c=350\text{kg/cm}^2$  y  $f'c=420\text{kg/cm}^2$ ), para estructuras portuarias, Pimentel," Repositorio: UCV-Institucional, Chiclayo, 2021.
- [13] R. Padmapriya, V. K. Bupesh Raja, V. Ganesh Kumar and J. Baalamurugan, "Effect on properties of concrete in partial replacement of fine aggregate by steel slag and cement by metakaolin," *Rasayan*, vol. 12, no. 4, pp. 1744-1751, 2019.
- [14] S. Abbas, M. A. A. Ishaq, S. M. S. Kazmi, M. J. Munir and S. Ali, "Investigating the Behavior of Waste Alumina Powder and Nylon Fibers for Eco-Friendly Production of Self-Compacting Concrete," vol. 15, no. 13, p. 4515, 2022.
- [15] A. Vijayakumar, J. Raja Murugadoss and S. Praveen, "Development of Sustainable Concrete Using Alternative Building Materials By Replacing Industrial Waste Steel Slag for Aggregates," *International Journal of Engineering*

*and Advanced Technology*, vol. 8, no. 6, pp. 2745-2749, 2019.

- [16] M. Mostazid y S. M. Y. Sakai, «Effect of thermal treatment on strengthening recycled compacted concrete incorporating iron, steel, and blast furnace slag,» *Construction and Building Materials*, vol. 347, p. 128623, 2022.
- [17] A. Ananthi y J. Karthikeyan, «Combined Performance of Polypropylene Fibre and Weld Slag in High Performance Concrete,» *Journal of The Institution of Engineers (India): Series A*, vol. 98, nº 4, pp. 405-412, 2017.
- [18] W. Song, Z. Zhu, Y. Peng, Y. Wan, X. Xu, S. Pu, S. Song and Y. Wei, "Effect of steel slag on fresh, hardened and microstructural properties of high-calcium fly ash based geopolymers at standard curing condition," vol. 229, p. 116933, 2019.
- [19] M. S. Bouglada, N. Ammar and B. Larbi, "Optimization of cellular concrete formulation with aluminum waste and mineral additions," vol. 7, no. 7, pp. 1222 - 1234, 2021.
- [20] X. Dong, W. Ni, Q. Wang, C. Xu and K. Li, "Ammonia-soda residue and metallurgical slags from iron and steel industries as cementitious materials for clinker-free concretes," *Journal of Cleaner Production*, vol. 307, p. 127262, 2021.
- [21] N. H. Roslan, M. Ismail and N. H. A. Khalid, "Properties of concrete containing electric arc furnace steel slag and steel sludge," *Journal of Building Engineering*, vol. 28, p. 101060, 2019.
- [22] G. Sun, M. Du, B. Shan, J. Shi and Y. Qu, "Ultra-high performance concrete design method based on machine learning model and steel slag powder," *Case Studies in Construction Materials*, vol. 17, no. e01682, pp. 1-16, 2022.
- [23] R. Palod, S. Deo and G. Ramtekkar, "Effect on mechanical performance, early age shrinkage and electrical resistivity of ternary blended concrete

- containing blast furnace slag and steel slag," *Materials Today*, pp. 1-6, 2020.
- [24] M. Rubio-Cinta, B. S.J., P.-G. F. and P.-R. M.E., "Mechanical-strength characteristics of concrete made with stainless steel industry wastes as binders," *Construction and Building Materials*, vol. 204, pp. 675-683, 2019.
- [25] M. Rubio-Cintas, F.-R. M.A., P.-G. F. and P.-R. M.E., "Effect of the addition of electric arc furnace dust on the mechanical properties and carbonation performance of concrete," *European Journal of Environmental and Civil Engineering*, pp. 1-13, 2020.
- [26] Y. Biskri, D. Achoura, N. Chelghoum and M. Mouret, "Mechanical and durability characteristics of High Performance Concrete containing steel slag and crystalized slag as aggregates," *Construction and Building Materials*, vol. 150, pp. 167-178, 2017.
- [27] Y. K. Naik, R. J.P., V. K. H.K. and P. B.P., "Mechanical properties of fiber reinforced concrete with bottle crown caps as fibers," *Lecture Notes in Civil Engineering*, pp. 603-610, 2019.
- [28] I. A. Channa y A. Saand, «Mechanical behavior of concrete reinforced with waste aluminium strips,» *Civil Engineering Journal (Iran)*, vol. 7, nº 7, pp. 1169-1182, 2021.
- [29] S. Javali, C. A.R., S. R. Naganna, M. D.S., P. Hiremath, P. H.G. and V. K. N., "Eco-concrete for sustainability: utilizing aluminium dross and iron slag as partial replacement materials," *Clean Technologies and Environmental Policy*, pp. 2291 - 2304, 2017.
- [30] M. Elsayed, S. R.Abd-Allah, M. Said and A. A. El-Azim, "Structural performance of recycled coarse aggregate concrete beams containing waste glass powder and waste aluminum fibers," *Case Studies in Construction Materials*, vol. 18, no. e01751, pp. 1-14, 2022.

- [31] S. P. Muñoz Perez, G. C. Juan Martin, C. M. Samuel and V. Z. Luigi Italo, "Influence of the secondary aluminum chip on the physical and mechanical properties of concrete," *Innovative Infrastructure Solutions* 8, vol. 45, pp. 1-12, 2022.
- [32] S. H. Aljbour, S. A. Tarawneh and A. M. Al-Harashseh, "Evaluation of the use of steelmaking slag as an aggregate in concrete mix: A factorial design approach," *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly*, vol. 23, no. 1, pp. 113-119, 2019.
- [33] F. Ameri, J. d. Brito, M. Madhkhan and R. A. Taheri, "Steel fibre-reinforced high-strength concrete incorporating copper slag: Mechanical, gamma-ray shielding, impact resistance, and microstructural characteristics," *Journal of Building Engineering*, vol. 29, pp. 101118-, 2020.
- [34] D. R. Toribio and J. A. Ugaz, "Evaluación del concreto reforzado con fibras de acero recicladas para mejorar las propiedades de un pavimento rígido," Repositorio Académico USMP, Lima, 2021.
- [35] E. A. S. Chávez y Á. J. D. Mendoza, «Análisis de las propiedades mecánicas del pavimento rígido incorporando virutas de aluminio reciclado en Ate 2021,» Lima, 2021.
- [36] F. A. Camarena y G. D. Díaz, «ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO TRADICIONAL VERSUS UN CONCRETO UTILIZANDO ESCORIA DE ACERO COMO AGREGADO FINO,» *Revista Gaceta Técnica*, vol. 23, nº 1, pp. 20-34, 2022.
- [37] L. L. P. Valverde y P. B. J. Ulloa, «Resistencia a la comprensión de un concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ , sustituyendo el agregado grueso en 10% y 15% de escoria siderúrgica, Chimbote – 2021,» Chimbote , 2021.

- [38] C. Y. J. Isaías y R. J. Roque, «Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  -  $f'c=245\text{kg/cm}^2$  adicionando fibra de aluminio reciclado, Puno-2022,» Puno, 2022.
- [39] C. R. Elera and E. Reyna, "Propuesta de un diseño de mezcla de concreto utilizando la escoria de acería como reemplazante proporcional del agregado grueso," Repositorio: USS-Institucional, Pimentel, 2019.
- [40] S. F. Sandoval, «Efectos de la incorporación de fibras de acero en las propiedades mecánicas del concreto con aditivo plastificante, Lambayeque 2020,» Lambayeque, 2018.
- [41] K. K. Torres, "Evaluación de Las propiedades del concreto adicionado con escoria de acero para una resistencia de  $f'c=280\text{ kg/cm}^2$  en Chiclayo-Lambayeque," Repositorio: UCV-Institucional, Lambayeque, 2019.
- [42] M. Fathi, A. Yousefipour and E. Hematpoury, "Mechanical and physical properties of expanded polystyrene structural concretes containing Micro-silica and Nano-silica," *Construction and Building Materials*, vol. 136, pp. 590-597, 2016.
- [43] T. F. Abanto, *Tecnología del Concreto*, San Marcos, 2017, p. 248.
- [44] INACAL, « NTP 400.012 AGREGADOS,» 2013.
- [45] ASTM C33, «Standard Specification for Concrete Aggregates,» 2018.
- [46] NTP 400.037, «especificaciones de los agregados,» INACAL, 2014.
- [47] N. L. Sánchez, «Proceso constructivo de losa de concreto armado,» Aragua -Venezuela, 2016.
- [48] INACAL, «NTP 400.037, AGREGADOS,» INACAL, 2014.
- [49] R. Salamanca, *La tecnología de los morteros*, Bogota: Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 2001, p. 43.
- [50] INDECOP, «NTP 400.017 , AGREGADOS,» 2017.

- [51] UNE-EN, «UNE-EN 1015-6,» 1999.
- [52] NDECOPI, «NTP 400.022, AGREGADOS,» 2013.
- [53] F. A. Castillo, Tecnología del Concreto, Lima, 2020.
- [54] D. O. Nduka, A. N. Ede, O. M. Olofinnade and A. M. Ajao, "Mechanical and water absorption properties of normal strength concrete (NSC) containing secondary aluminum dross (SAD)," *International Journal of Engineering Research in Africa*, vol. 47, pp. 1-13, 2020.
- [55] R. Serralvo, M. Pinto, L. Pimentel and G. Freitas, "Influência dos agregados reciclados nas propriedades reológicas e mecânicas do concreto autoadensável," *Materia*, vol. 26, no. 2, p. 20, 2017.
- [56] ASTM C1064, «Standard Test Method for Temperature of Freshly Mixed Hydraulic-Cement Concrete,» 2017.
- [57] ASTM C143, «Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete,» 2020.
- [58] ASTM C138, «Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete,» 2017.
- [59] ASTM C231, «Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method,» 2022.
- [60] ASTM C39, «Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens,» 2021.
- [61] ASTM C496, «Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens,» 2017.
- [62] C. ASTM, «ASTM C293, Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam With Center-Point Loading),» 2016.
- [63] M. Á. Ospina García, S. B. Chaves Pabón and L. M. Jiménez Sicachá, "Mejoramiento de subrasantes de tipo arcilloso mediante la adición de escoria

- de acero," *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, vol. 11, no. 1, pp. 185-196, 2021.
- [64] Q. H. A. Rondón, M. Muniz de Farias and F. A. Reyes Lizcano, "Uso de escorias de alto horno y acero," *Ingenierías Universidad de Medellín*, vol. 17, no. 33, pp. 71-97, 2018.
- [65] M. Borja Suárez , «Metodología de la investigación científica para ingenieros,» Chiclayo, 2016.
- [66] R. Hernandez, C. Fernández and P. Baptista, *Metodología de la Investigación*, INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V, 2018, p. 746.
- [67] G. Baena, *Metodologia de Investigación*, 3era edición ed., Mexico: Grupo editorial patria, 2017.
- [68] C. M. Arispe Alburqueque , J. S. Yangali Vicente, M. A. Guerrero Bejarano, O. Rivera Lozada de Bonilla, L. A. Acuña Gambia and C. Arellana Sacramento , *La Investigacion Cientifica*, Guayaquil: Departamento de Investigacion y Postgrados Universidad Internacional del Ecuador, 2020, p. 131.
- [69] R. Y. Aquino, "Análisis mecánico del concreto de mediana resistencia usando escoria de acero como agregado grueso y microsílíce - Chimbote 2019," Repositorio: UCV-Institucional, Lima, 2019.
- [70] Y. Y. Deledesma, "Resistencia a la compresión de un concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  sustituyendo parcialmente el agregado fino por virutas y limallas de acero, Huaraz - 2021," Repositorio: UCV-Institucional, Lima, 2021.
- [71] T. García y J. R. Rios, «Diseño de concreto usando escoria de acero para el blindaje de las construcciones de ambientes hospitalarios que requieran la atenuación de rayos X en Lima,» Repositorio: UPC-Institucional, Lima, 2020.
- [72] M. d. V. C. y. Saneamiento, «Norma Técnica de Edificaciones E060 Concreto Armado,» 2009 .

- [73] Y. G. J. Xie and J. Z. K. Zuo, "Utilization of unprocessed steel slag as fine aggregate in normal- and high-strength concrete," *Construction and Building Materials*, vol. 204, pp. 41-49, 2019.
- [74] S. Javali, A. Chandrashekar, S. R. Naganna, M. D.S., P. Hiremath, P. H.G. and V. K. N., "Eco-concrete for sustainability: utilizing aluminium dross and iron slag as partial replacement materials," *Clean Technologies and Environmental Policy*, vol. 19, no. 9, pp. 2291 - 2304, 2017.
- [75] A. Ananthi and J. Karthikeyan, "Combined Performance of Polypropylene Fibre and Weld Slag in High Performance Concrete," *Journal of The Institution of Engineers (India): Series A*, vol. 98, no. 4, pp. 405-412, 2017.
- [76] A. Farshad , J. de Brito , M. Madhkhan and R. A. Taheri , "Steel fibre-reinforced high-strength concrete incorporating copper slag: Mechanical, gamma-ray shielding, impact resistance, and microstructural characteristics," *Journal of Building Engineering*, vol. 29, p. 101118, 2020.

## **ANEXOS**

**ANEXO 1.**  
**LIMITES GRANULOMÉTRICOS**

**Tabla XIII**  
Límites granulométricos.

Tamiz	% que pasa
9.5 mm (3/8")	100
4.75 mm (N°4)	95 a 100
2.36 mm (N°8)	80 a 100
1.18 mm (N°16)	50 a 85
600 µm (N° 30)	25 a 60
300 µm (N° 50)	05 a 30
150 µm (N°100)	0 a 10

Nota. Esta tabla muestra los diámetros de los tamices y los porcentajes que pasan.  
Tomado de la NTP 400.037 [46].

## **ANEXO 2.**

### **GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO**

**Tabla XIV**

Granulometría del agregado grueso.

---

<b>AGREGADO GRUESO</b>
<b>Tamices normalizados</b>
1"
3/4"
1/2"
3/8" N°4

---

Nota. Tamices normalizados para el agregado grueso.

**ANEXO 3.**  
**GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO**

**Tabla XV**  
Granulometría del agregado fino.

	9.5 mm	4.75 mm	2.36 mm	1.18 mm	600 µm	300 µm	150 µm
Tamiz	3/8"	N°4	N°8	N°16	N°30	N°50	N°100
% que pasa	100	95 a 100	80 a 100	50 a 85	25 a 60	05 a 30	0 a 10

Nota. Tomado de la NTP 400.037 [48].

**ANEXO 4.**

**CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA RECOLECCIÓN DE DATOS**

**MODELO DE CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA EL RECOLECCIÓN DE LA  
INFORMACIÓN**

**Pimentel, 24 de noviembre del 2022**

**Quien suscribe:**

**Sr. Segundo A. Carranza Mejía**

**Representante Legal – Empresa SERVICIOS DE LABORATORIOS SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**

**AUTORIZA: Permiso para recojo de información pertinente en función del proyecto de investigación, denominado: Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto incorporando escoria siderúrgica y escoria de aluminio.**

Por el presente, el que suscribe, Segundo A. Carranza Mejía, representante legal de la empresa servicios de laboratorios suelos y pavimentos. AUTORIZO a la estudiante Díaz Díaz Yorely Mishell, identificada con DNI N°73364258 y al estudiante Rimarachín Vásquez Yuler, identificado con DNI N° 74445629, estudiantes del Programa de Estudios de Ingeniería Civil y autores del trabajo de investigación denominado: Desempeño de las propiedades mecánicas y microestructurales del concreto incorporando escoria siderúrgica y escoria de aluminio, al uso de dicha información que conforma el expediente técnico así como hojas de memorias, cálculos entre otros como planos para efectos exclusivamente académicos de la elaboración de tesis, enunciada líneas arriba de quien solicita se garantice la absoluta confidencialidad de la información solicitada.

Atentamente.



Segundo A. Carranza Mejía

DNI N°:

Técnico de laboratorio

**ANEXO 5.**  
**EVIDENCIAS DE EJECUCIÓN**

## Anexo 2.1. Elección de agregados.



**Fig. 28.** Elección de agregado fino y agregado grueso.



**Fig. 29.** Escoria siderúrgica y Escoria de aluminio.

## Anexo 2.2. Ensayos de los agregados



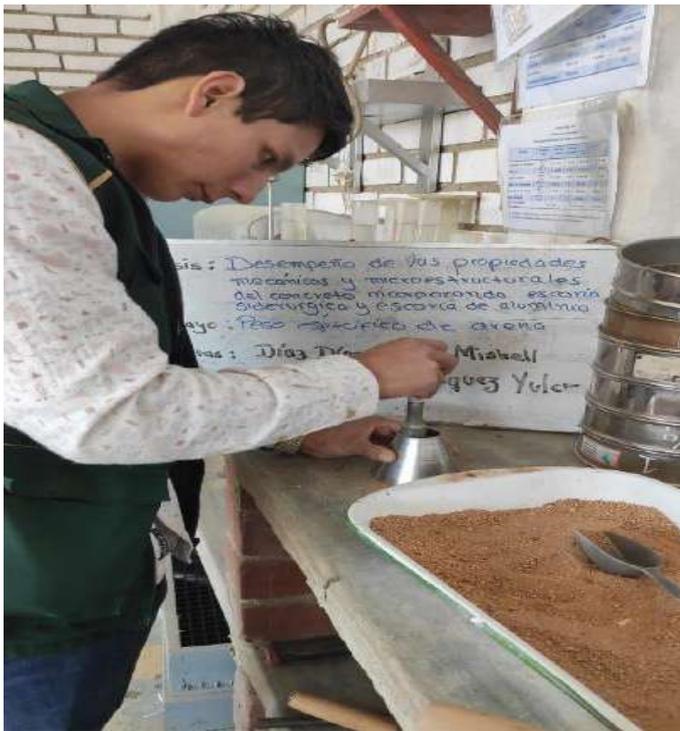
**Fig. 30.** Análisis granulométrico del agregado grueso.



**Fig. 31.** Ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado grueso



**Fig. 32.** Ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado fino.



**Fig. 33.** Peso específico y absorción del agregado fino.



**Fig. 34.** Peso específico y absorción del agregado grueso.



**Fig. 35.** Ensayo de contenido de humedad del agregado fino y grueso.



**Fig. 36.** Ensayo de peso unitario suelto y compactado de la escoria siderúrgica

### Anexo 2.3. Propiedades físicas del concreto en estado fresco con ES.



**Fig. 37.** realización de la mezcla de concreto con escoria siderúrgica.



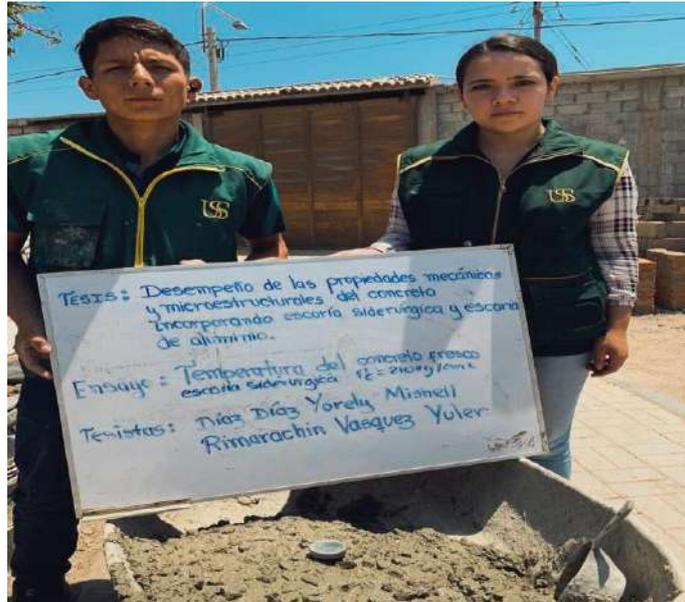


Fig. 38. Ensayo de asentamiento del concreto con escoria siderúrgica.



Fig. 39. Temperatura del concreto fresco con escoria siderúrgica.

## Anexo 2.4. Propiedades físicas del concreto en estado fresco con escoria siderúrgica y escoria de aluminio



Fig. 40. Asentamiento del concreto con ES y EA.



Fig. 41. Peso unitario del concreto con ES y EA



**Fig. 42.** Ensayo del contenido de aire con ES y EA.



**Fig. 43.** Vaciado de probetas y vigas del concreto con ES

**Anexo 2.5. Propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido con escoria siderúrgica para  $f'c= 210\text{kg/cm}^2$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ .**



**Fig. 44.** Muestras para ensayos.



**Fig. 45.** Resistencia a la compresión del concreto con ES



Fig. 46. Ensayo a tracción del concreto con ES.



Fig. 47. Ensayo a flexión del concreto con ES.



Fig. 48. Ensayo del módulo de elasticidad del concreto con ES.

**Anexo 2.5. Propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido con el óptimo porcentaje de escoria siderúrgica y escoria de aluminio**



**Fig. 49.** Muestras a ensayar.



**Fig. 50.** Resistencia a compresión del concreto con ES Y EA.



**Fig. 51.** Resistencia a tracción de ES y EA.



**Fig. 52.** Resistencia a flexión del concreto con ES y EA.

**ANEXO 6**  
**INFORMES REALIZADOS EN EL LABORATORIO**

**ANEXO 6.1**  
**INFORMES DE LABORATORIO DE LOS**  
**AGREGADOS PÉTREOS**

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Riso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

## INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : ANALISIS GRANULOMÉTRICO

REFERENCIA NORMATIVA : N° 729-400-037

FECHA DE ENSAYO : 25/09/2022

METODO DE MUESTREO : Agregado en Cisterna

RESP. LAB. : S. B. T.

CODIGO INTERNO : CI-570

TEC. LAB. : S.A.C.M.

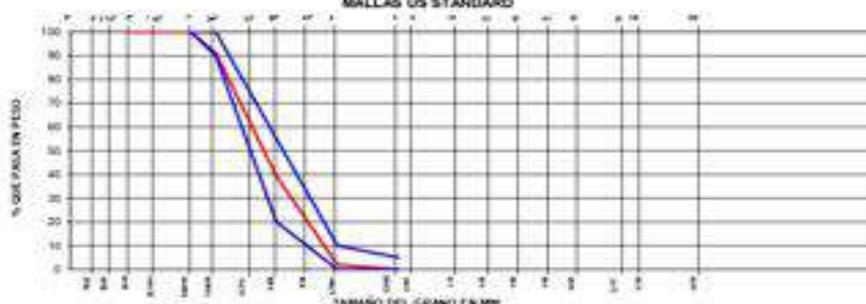
CANTERA : Pacheco - Pucall

MATERIAL : Agregado Grueso

### DATOS DEL ENSAYO

Tamayo	Altura	Peso	% Retenido	% Retenido	% pas	Blas 67	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
ASTM	en MM	Retenido	Parcial	Acumulativa	Peso		
3"	76.200				100.0		
2.125"	53.500				100.0		
2"	50.800				100.0		
1.125"	28.100				100.0		Tamaño Máximo 1"
3"	76.200				100.0	100 - 100	Tamaño Máximo Nominal 3/4"
3/4"	19.050	1124.0	8.3	8.3	91.7	90 - 100	Peso Inicial Total: 12612.0 gr
1.0"	25.400						
3/8"	9.525	6343.0	51.9	60.2	39.7	20 - 55	
1/4"	6.350						
N° 4	4.750	4100.0	32.5	92.7	7.3	0 - 10	PESO HUMEDO : 2000.0
N° 8	2.360	2500.0	19.8	100.0	0.0	0 - 5	PESO SECO : 106
N° 10	2.000						C.B.N. : 0.45
N° 16	1.180						
N° 20	0.840						
N° 30	0.600						
N° 40	0.420						
N° 50	0.297						
N° 60	0.250						
N° 100	0.149						
N° 200	0.075						
0.075							
TOTAL		12612					
% PERDIDA							

### MALLAS US STANDARD



Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Ing. S. B. T.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Ing. S. B. T.



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Russo lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

## INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 330.127 - 1998 (revisada el 2019)

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

FECHA DE ENSAYO : 25/09/2022

CODIGO INTERNO : CT-370

RESP. LAB. : S.B.F

CANTERA : Pachetres - Pucallá

TEC. LAB. : S.A.C.M.

MATERIAL : Agregado Grano

Descripcion	1		
Peso de tara	0		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1200		
Peso de la tara + muestra seca (gr)	1194		
Peso del agua contenida (gr)	6		
Peso de la muestra seca (gr)	1194		
Contenido de Humedad (%)	0.50		

### Observaciones del ensayo

\* Muestra disturbada

\* Pesado constante : 2 horas

\* Horno controlado a : 110 ±5°C

\* Exclusión de algún material : No

\* Más de un tipo de material : No

*[Firma]*  
 TECNICO DE LABORATORIO  
 SEMP ASFALTOS

*[Firma]*  
 SERVICIOS DE LABORATORIOS  
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 RUC: 20487357465



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP ASFALTOS

948852622 - 954131476 - 998928250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com)

### INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 400.021

**FECHA DE ENSAYO** : 24/08/2022

**METODO DE MUESTREO** : Agregado en Carriera

**RESP. LAB.** : S B F

**CODIGO INTERNO** : CI-370

**TEC. LAB.** : S.A.C.M

**MATERIAL** : Agregado Grueso

### DATOS DEL ENSAYO

A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca ( En Aire ) (gr)	921.49	1042.50		
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca ( En Agua ) (gr)	574.80	650.90		
C	Vol. de masa + vol de vacios = A-B (gr)	346.69	391.60		
D	Peso material seco en estufa ( 105 °C )(gr)	914.80	1034.90		
E	Vol. de masa = C - ( A - D ) (gr)	340.0	384.0		PROMEDIO
	Pe bulk ( Base seca ) = D/C	2.639	2.643		2.641
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/C	2.658	2.662		2.660
	Pe Aparente ( Base Seca ) = D/E	2.691	2.695		2.693
	% de absorción = (( A - D ) / D * 100 )	0.731	0.734		0.73%

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundina Rojas Fernández  
RUC: 20487357465



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

### INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : PESOS UNITARIOS - SECO

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 400.017 **FECHA DE ENSAYO** : 24/08/2022

**METODO DE MUESTREO** : Agregados en Carteras **RESP. LAB** : S.B.F.

**CODIGO INTERNO** : CI-370 **TEC. LAB** : S.A.C.M.

**MATERIAL** : Agregado Grueso

Peso unitario suelto						
		Identificación				Promedio
		1	2	3		
Peso del recipiente + muestra	(gr)	18719	18543	18620		
Peso del recipiente	(gr)	10477	10477	10477		
Peso de la muestra	(gr)	8242	8066	8143		
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	5748	5748	5748		
Peso unitario suelto seco	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.434	1.403	1.417		
Contenido de humedad	(%)	0.000	0.000	0.000		
Peso unitario suelto seco	(kg/m <sup>3</sup> )	1434	1403	1417		1418

Peso unitario compactado						
		Identificación				Promedio
		1	2	3		
Peso del recipiente + muestra	(gr)	19272	19222	19038		
Peso del recipiente	(gr)	10477	10477	10477		
Peso de la muestra	(gr)	8795	8745	8561		
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	5748	5748	5748		
Peso unitario compactado seco	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.530	1.521	1.489		
Contenido de humedad	(%)	0.000	0.000	0.000		
Peso unitario compactado seco	(kg/m <sup>3</sup> )	1530	1521	1489		1514

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Chiclayo - Lambayeque  
 RUC: 20487357465

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Chiclayo - Lambayeque  
 RUC: 20487357465



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chidayo - Provincia de Chidayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chidayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

### INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : ENSAYO DE ABRASION ( MAQUINA DE LOS ANGELES )

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 400 019

**FECHA DE ENSAYO** : 24/08/2022

**METODO DE MUESTREO** : Agregados en Cartera

**RESP. LAB.** : S.B.F

**CODIGO INTERNO** : CI-370

**TEC. LAB.** : S.A.C.M

**MATERIAL** : Agregado Grueso

### DATOS DEL ENSAYO

Tamiz		A	B	C	D
Pasa	Retiene				
2"	1 1/2"				
1 1/2"	1"				
1"	3/4"	1500			
3/4"	1/2"	2000			
1/2"	3/8"	1500			
3/8"	1/4"				
1/4"	Nº4				
Nº4	Nº8				
Peso total		5000			
Peso retenido tamiz Nº12		3862			
Pérdida después del ensayo		1138			
Nº de esferas		12			
Peso de las esferas		4944			
Tiempo de rotación (m)		15			
Porcentaje de desgaste (%)		22.8			

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Sr. Gerente  
 Sr. Gerente  
 Sr. Gerente



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

### INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.152

**FECHA DE ENSAYO** : 24/08/2022

**METODO DE MUESTREO** : Agregados en Cantera

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**CODIGO INTERNO** : CI-370

**TEC. LAB.** : S.A.C.M.

**MATERIAL** : Agregado Grueso

#### DATOS DEL ENSAYO

	Metificación				Promedio
	1	2			
Muestra					
Peso Tarro (Baker 100 ml.) Puros	91.84	124.51			
Peso Tarro + agua + sal	137.46	123.00			
Peso Tarro Seco + sal	91.86	124.53			
Peso de Sal	0.02	0.02			
Peso de Agua	45.62	50.00			
Porcentaje de Sal	0.04	0.04			0.04

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Dependencia: A. Laboratorio Suelos  
 Distrito de Chiclayo

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Dependencia: Suelos, Pavimentación  
 mod. 08/10/2022



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : CONTENIDO DE CLORUROS Y SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 400.042 **FECHA DE ENSAYO** : 24/08/2022

**METODO DE MUESTREO** : Agregados en Cantera **RESP. LAB.** : S.B.F.

**CODIGO INTERNO** : CI-370 **TEC. LAB.** : S.A.C.M.

**MATERIAL** : Agregado Grueso

DATOS DEL ENSAYO			
Descripción	Partes por millón (ppm)	Resultados (%)	Conclusión
Contenido de cloruros (CL)	81	0.0081	Insignificante
Contenido de sulfatos (SO4-2)	57	0.0057	Insignificante

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Ing. Secundo Ruso Fernández  
 RUC: 20487357465

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundo Ruso Fernández  
 RUC: 20487357465



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

## INFORME DE ENSAYO

METODO DE ENSAYO : ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO \*

REFERENCIA NORMATIVA : NTP 400.037

FECHA DE ENSAYO : 24/08/2022

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

RESP. LAB.: S.B.F.

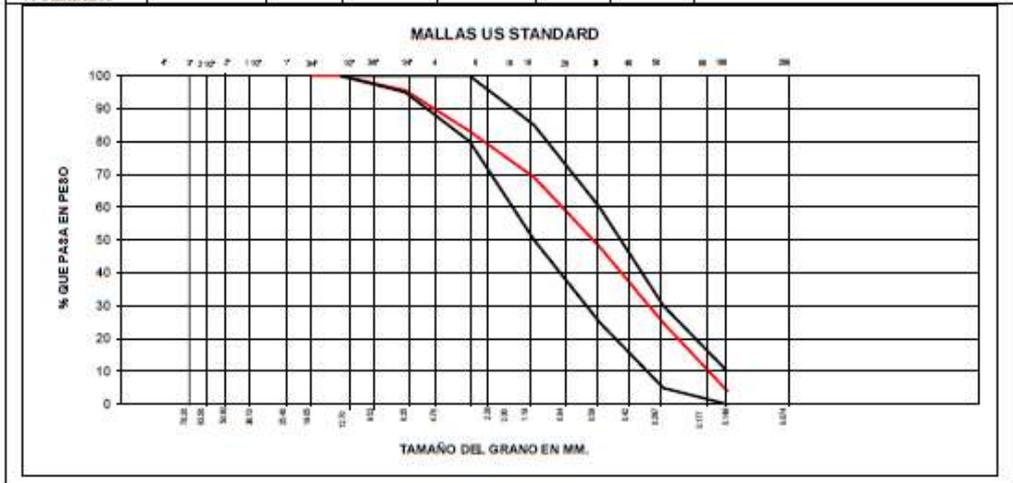
CODIGO INTERNO : CI-370

TEC. LAB.: S.A.C.M.

CANTERA : Patapo

MATERIAL : Agregado Fino

DATOS DEL ENSAYO							DESCRIPCION DE LA MUESTRA
Tamices	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	Especificaciones	
ASTM							
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						Peso Inicial Total: 500.0 gr
1/2"	12.700						
3/8"	9.525				100.0		
1/4"	6.350					100	
Nº 4	4.750	22.0	4.4	4.4	95.6	95 - 100	Modulo de finura : 2.75
Nº 8	2.380	62.4	12.5	16.9	83.1	80 - 100	
Nº 10	2.000						
Nº 16	1.190	70.1	14.0	30.9	69.1	50 - 85	
Nº 20	0.840						
Nº 30	0.590	105.6	21.1	52.0	48.0	25 - 60	
Nº 40	0.420						
Nº 50	0.297	116.0	23.2	75.2	24.8	5 - 30	
Nº 60	0.250						
Nº 100	0.149	104.0	20.8	96.0	4.0	0 - 10	
Nº 200	0.074						
PAN		19.9	4.0	100.0	0.0		
TOTAL							
% PERDIDA							



Observaciones:

SECRETARÍA DE INGENIERERÍA DE  
 SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Gerente General: Secundino B. Fernández  
 RUC: 20487357465

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino B. Fernández  
 RUC: 20487357465



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com)

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.127 - 1998 (revisada el 2019)

**FECHA DE ENSAYO** : 24/08/2022

**METODO DE MUESTREO** : Agregados en Cantera

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**CODIGO INTERNO** : CI-370

**TEC. LAB.** : S.A.C.M.

**CANTERA** : Patapo

**MATERIAL** : Agregado Fino

Descripcion	1		
Peso de tara	0		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	1200		
Peso de la tara + muestra seca (gr)	1189		
Peso del agua contenida (gr)	11		
Peso de la muestra seca (gr)	1189		
Contenido de Humedad (%)	0.93		

### Observaciones del ensayo

- \*Muestra disturbada
- \*Pesado constante : 2 horas
- \*Horno controlado a : 110 +5°C
- \*Exclusión de algún material : No
- \*Más de un tipo de material : No

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
SECCION DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com)

### INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS

**REFERENCIA NORMATIVA** : MTC E 205, NTP 400.022 **FECHA DE ENSAYO** : 24/08/2022  
**METODO DE MUESTREO** : Agregados en Cantera **RESP. LAB.** : S.B.F.  
**CODIGO INTERNO** : CI-370 **TEC. LAB.** : S.A.C.M.  
**CANTERA** : Patapo  
**MATERIAL** : Agregado Fino

DATOS DEL ENSAYO				
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco ( en Aire ) (gr)	300.00	300.00	
B	Peso Frasco + agua	693.20	699.20	
C	Peso Frasco + agua + A (gr)	993.20	999.20	
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	879.20	885.10	
E	Vol de masa + vol de vacío = C-D (gr)	114.00	114.10	
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	296.90	296.89	
G	Vol de masa = E - ( A - F ) (gr)	110.90	110.99	PROMEDIO
	Pe bulk ( Base seca ) = F/E	2.604	2.602	2.603
	Pe bulk ( Base saturada ) = A/E	2.632	2.629	2.630
	Pe aparente ( Base Seca ) = F/G	2.677	2.675	2.676
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	1.044	1.048	1.05%

Observaciones:

  
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Representante Legal:

  
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Representante Legal:



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : PESOS UNITARIOS - SECO

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 400.017

**FECHA DE ENSAYO** : 24/08/2022

**METODO DE MUESTREO** : Agregados en Cantera

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**CODIGO INTERNO** : CI-370

**TEC. LAB.** : S.A.C.M.

**CANTERA** : Patapo

**MATERIAL** : Agregado Fino

Peso unitario suelto					
		Identificación			Promedio
		1	2	3	
Peso del recipiente + muestra	(gr)	19043	19124	19131	
Peso del recipiente	(gr)	10477	10477	10477	
Peso de la muestra	(gr)	8566	8647	8654	
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	5748	5748	5748	
Peso unitario suelto seco	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.490	1.504	1.506	
Contenido de humedad	(%)	0.000	0.000	0.000	
Peso unitario suelto seco	(kg/m <sup>3</sup> )	1490	1504	1506	1500

Peso unitario compactado					
		Identificación			Promedio
		1	2	3	
Peso del recipiente + muestra	(gr)	20070	20017	19997	
Peso del recipiente	(gr)	10477	10477	10477	
Peso de la muestra	(gr)	9593	9540	9520	
Volumen	(cm <sup>3</sup> )	5748	5748	5748	
Peso unitario compactado seco	(gr/cm <sup>3</sup> )	1.669	1.660	1.656	
Contenido de humedad	(%)	0.000	0.000	0.000	
Peso unitario compactado seco	(kg/m <sup>3</sup> )	1669	1660	1656	1662

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Ing. Oscar A. Carrasco Blago  
 Director de Laboratorio

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Balleza Fernández  
 REG. OTS 119278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : EQUIVALENTE DE ARENA

**REFERENCIA NORMATIVA** : MTC E 114, NTP 339.146

**FECHA DE ENSAYO** : 24/08/2022

**METODO DE MUESTREO** : Agregados en Cantera

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**CODIGO INTERNO** : CI-370

**TEC. LAB.** : S.A.C.M.

**CANTERA** : Patapo

**MATERIAL** : Agregado Fino

DATOS DEL ENSAYO					
Muestra	01	02	03		
Hora de entrada	11:05	11:07	11:09		
Hora de salida	11:15	11:17	11:19		
Hora de entrada	11:17	11:19	11:21		
Hora de salida	11:37	11:39	11:41		
Altura de nivel Material fino (A)	5.1	5.0	5.0		
Altura de nivel Arena (B)	3.9	3.9	3.9		
Equivalente de arena (B x 100/A)	76.5%	77.0%	77.0%		
Promedio		77%			

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino B. Carrasco Mejía  
 Director de Laboratorio  
 RUC: 20487357465

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino B. Carrasco Mejía  
 Director de Laboratorio  
 RUC: 20487357465



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

## INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : **CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA**

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 339.152

**FECHA DE ENSAYO** : 24/08/2022

**METODO DE MUESTREO** : Agregados en Cantera

**RESP. LAB.** : S.B.F.

**CODIGO INTERNO** : CI-370

**TEC. LAB.** : S.A.C.M.

**CANTERA** : Patapo

**MATERIAL** : Agregado Fino

### DATOS DEL ENSAYO

	Identificación				Promedio
	1	2			
Muestra					
Peso Tarro (Biker 100 ml.) Pyres	57.62	81.56			
Peso Tarro + agua + sal	100.18	126.68			
Peso Tarro Seco + sal	57.65	81.60			
Peso de Sal	0.03	0.04			
Peso de Agua	42.56	45.12			
Porcentaje de Sal	0.07	0.08			0.08

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*[Signature]*  
 Segundo A. Coronado Rojas  
 INGE. CIVIL  
 REG. SUP. 180278

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*[Signature]*  
 Secundino Bascia Fernández  
 INGE. CIVIL  
 REG. SUP. 180278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

### INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : CONTENIDO DE CLORUROS Y SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRANEA

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 400.042 **FECHA DE ENSAYO** : 24/08/2022  
**METODO DE MUESTREO** : Agregados en Cantera **RESP. LAB.** : S.B.F.  
**CODIGO INTERNO** : CI-370 **TEC. LAB.** : S.A.C.M.  
**CANTERA** : Patapo  
**MATERIAL** : Agregado Fino

DATOS DEL ENSAYO			
Descripción	Partes por millón (ppm)	Resultados (%)	Conclusión
Contenido de cloruros (CL)	132	0.0132	Insignificante
Contenido de sulfatos (SO4-2)	84	0.0084	Insignificante

Observaciones:



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Espinoza Fernández  
 INE. 011111111111  
 REG. 011111111111



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com)

METODO DE ENSAYO : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND

REFERENCIA NORMATIVA : ACI COMITÉ 211

FECHA DE ENSAYO : 24/08/2022

METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera

RESP. LAB. : S.B.F.

Fc : fc=210 Kg/cm<sup>2</sup>

TEC. LAB. : S.A.C.M.

TIPO DE CEMENTO : Cemento Portland Tipo I

METODO DE DISEÑO: ACI COMITÉ 211		
RESISTENCIA A LA COMPRESION ESPECIFICADA A LOS 28 DIAS	ASENTAMIENTO (SLUMP) :	3" - 4"
	PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO (PC):	3.15

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS		AGREGADOS	
		FINO (F)	GRUESO (G)
1	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (SATURADO SUPERFIC. SECA)	2.603	2.641
2	PESO UNITARIO SUELTO SECO	1500.00	1418.0
3	PESO UNITARIO SECO COMPACTADO		1514.0
4	PORCENTAJE DE ABSORCION	1.05	0.7
5	CONTENIDO DE HUMEDAD	0.93	0.50
6	MODULO DE FINEZA	2.75	
7	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	Nº04	3/4

CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA			FORMULAS	VALORES
A	ASENTAMIENTO-REVENIMIENTO (SLUMP)	Pulg	A	
B	VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA	L/m <sup>3</sup>	B	205.0
C	PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO	%	C	2.00
D	RELACION AGUA - CEMENTO		D	0.56
E	VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO COMPACTADO POR M <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	E	0.63
H	PESO DEL CEMENTO	Kg/m <sup>3</sup>	H	BD
I	PESO SECO DEL AGREGADO GRUESO	Kg/m <sup>3</sup>	I	2G*E
J	VOLUMEN ABSOLUTO DEL CEMENTO	m <sup>3</sup>	J	H/(PC*1000)
K	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGUA	m <sup>3</sup>	K	B/1000
L	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AIRE	m <sup>3</sup>	L	C/100
M	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO	m <sup>3</sup>	M	W/(G*1000)
N	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO	m <sup>3</sup>	N	1-(J+K+L+M)
O	PESO SECO DEL AGREGADO FINO	Kg	O	N*(F*1000)
P	PESO DEL AGREGADO FINO HUMEDO	Kg	P	O*(1+(AF/100))
Q	PESO DEL AGREGADO GRUESO HUMEDO	Kg	Q	I*(1+(AG/100))
R	HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO FINO	%	R	4F-3F
S	HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO GRUESO	%	S	4G-3G
T	APORTE DE AGUA DEL AGREGADO FINO	Lt	T	O*(R/100)
U	APORTE DE AGUA DEL AGREGADO GRUESO	Lt	U	I*(S/100)
V	APORTE DE AGUA DE LOS AGREGADOS	Lt	V	T+U
W	AGUA EFECTIVA	Lt	W	B-V

VALORES DE DISEÑO POR METRO CUBICO DE MEZCLA (SECO)							
CEMENTO :	368 Kg	AGUA :	205 LL	AGREG. FINO :	781 Kg	AGREG. GRUESO :	946 Kg.

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS							
CEMENTO :	368 Kg	AGUA :	208 LL	AGREG. FINO :	788 Kg	AGREG. GRUESO :	951 Kg.

COMPONENTES DEL CONCRETO	PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO			
	PROPORCION EN PESO		PROPORCION EN VOLUMEN	
	SECO	CORREGIDA POR HUMED.	SECO	CORREGIDA POR HUMED.
CEMENTO	1	1	1	1
AGREGADO FINO	2.1	2.1	2.1	2.1
AGREGADO GRUESO	2.6	2.6	2.7	2.7
AGUA (En litros/bol.)	23.7	24.0	23.7	24.0
El Nuevo Rendimiento Teórico es:	8.7			
Agregado grueso: T. Max. Nominal (")	3/4			
Agregado Fino: T. Max. Nominal	Nº04			

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Chiclayo - Peru  
 RUC: 201102378

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Chiclayo - Peru  
 RUC: 201102378



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

**METODO DE ENSAYO : DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND**

REFERENCIA NORMATIVA : ACI COMITÉ 211 FECHA DE ENSAYO : 24/08/2022  
 METODO DE MUESTREO : Agregados en Cantera RESP. LAB. : S.B.F.  
 Fc : fc=280 Kg/cm<sup>2</sup> TEC. LAB. : S.A.C.M.  
 TIPO DE CEMENTO : Cemento Portland Tipo I

METODO DE DISEÑO: ACI COMITÉ 211		
RESISTENCIA A LA COMPRESION ESPECIFICADA A LOS 28 DIAS	ASENTAMIENTO (SLUMP) :	3" - 4"
	PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO (PC)	3.15

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS		AGREGADOS	
		FINO (F)	GRUESO (G)
1	GRAVEDAD ESPECIFICA BULK (SATURADO SUPERFIC. SECA)	2.603	2.641
2	PESO UNITARIO SUELTO SECO	1500.00	1418.0
3	PESO UNITARIO SECO COMPACTADO		1514.0
4	PORCENTAJE DE ABSORCION	1.05	0.7
5	CONTENIDO DE HUMEDAD	0.93	0.50
6	MODULO DE FINEZA	2.75	
7	TAMANO MAXIMO NOMINAL	Nº04	3/4

CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA		FORMULAS	VALORES
A	ASENTAMIENTO-REVENIMIENTO (SLUMP)	A	
B	VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA	B	205.0
C	PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO	C	2.00
D	RELACION AGUA - CEMENTO	D	0.47
E	VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO COMPACTADO POR M <sup>3</sup>	E	0.63
H	PESO DEL CEMENTO	H	440.9
I	PESO SECO DEL AGREGADO GRUESO	I	946.3
J	VOLUMEN ABSOLUTO DEL CEMENTO	J	0.140
K	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGUA	K	0.205
L	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AIRE	L	0.020
M	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO	M	0.368
N	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO	N	0.277
O	PESO SECO DEL AGREGADO FINO	O	720.4
P	PESO DEL AGREGADO FINO HUMEDO	P	727.1
Q	PESO DEL AGREGADO GRUESO HUMEDO	Q	951.0
R	HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO FINO	R	-0.12
S	HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO GRUESO	S	-0.23
T	APORTE DE AGUA DEL AGREGADO FINO	T	-0.86
U	APORTE DE AGUA DEL AGREGADO GRUESO	U	-1.18
V	APORTE DE AGUA DE LOS AGREGADOS	V	-3.04
W	AGUA EFECTIVA	W	208.04

VALORES DE DISEÑO POR METRO CUBICO DE MEZCLA (SECO)							
CEMENTO :	441 Kg	AGUA :	205 LL	AGREG. FINO :	720 Kg	AGREG. GRUESO :	946 Kg.

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS							
CEMENTO :	441 Kg	AGUA :	208 LL	AGREG. FINO :	727 Kg	AGREG. GRUESO :	951 Kg.

PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO							
COMPONENTES DEL CONCRETO	PROPORCIÓN EN PESO				PROPORCIÓN EN VOLUMEN		
	SECO	CORREGIDA POR HUMED.		SECO	CORREGIDA POR HUMED.		
CEMENTO	1	1	1	1	1	1	1
AGREGADO FINO	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
AGREGADO GRUESO	2.1	2.2	2.2	2.3	2.3	2.3	2.3
AGUA (En litros/bol.)	19.8	20.1	20.1	19.8	20.1	20.1	20.1
El Nuevo Rendimiento Teórico es:	10.4						
Agregado grueso: T. Max. Nominal (")	3/4						
Agregado Fino: T. Max. Nominal	Nº04						

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Chiclayo, Peru. Prolongación Bolognesi  
 N.º 1574

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Chiclayo, Peru. Prolongación Bolognesi  
 N.º 1574



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

### INFORME DE ENSAYO

**METODO DE ENSAYO** : ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO \*

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 400.037

**FECHA DE ENSAYO** : 24/08/2022

**METODO DE MUESTREO** : Agregados en Cantera

**RESP. LAB.** : S.B.F.

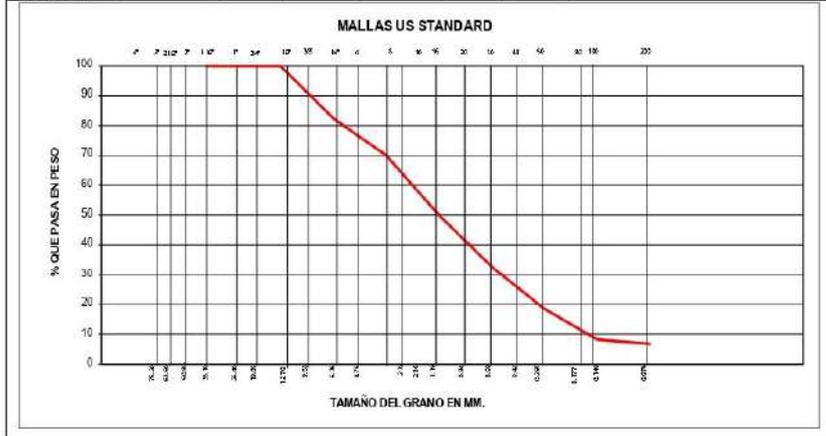
**CODIGO INTERNO** : CI-370

**TEC. LAB.** : S.A.C.M.

**DESCRIPCION** : Escoria de aluminio :

**MATERIAL** : Agregado Grueso

DATOS DEL ENSAYO							DESCRIPCION DE LA MUESTRA
Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	Especificaciones	
							<b>Peso Inicial Total: 824.0 gr</b>
1"	50.80				100.0		
3/4"	38.10						
1/2"	25.40	145.0	17.6	17.6	82.4		
3/8"	12.70	102.0	12.4	30.0	70.0		
Nº 4	4.75						
Nº 16	1.190	165.0	20.0	50.0	50.0		
Nº 20	0.850						
Nº 30	0.590	145.0	17.6	67.6	32.4		
Nº 40	0.420						
Nº 50	0.297	115.0	14.0	81.6	18.4		
Nº 60	0.250						
Nº 100	0.149	84.0	10.2	91.7	8.3		
Nº 200	0.074	12.0	1.5	93.2	6.8		
PAN	0.075	56.0	6.8	100.0	0.0		
TOTAL							
% PERDIDA							



Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo Piso - Ferrocarril  
 Chiclayo - Lambayeque

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo Piso - Ferrocarril  
 Chiclayo - Lambayeque



**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

**INFORME DE ENSAYO**

**METODO DE ENSAYO** : ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO \*

**REFERENCIA NORMATIVA** : NTP 400.037

**FECHA DE ENSAYO** : 24/08/2022

**METODO DE MUESTREO** : Agregados en Cantera

**RESP. LAB.** : S.B.F.

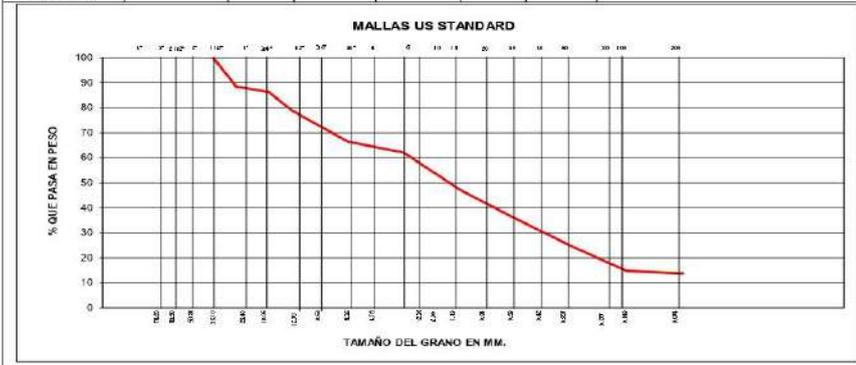
**CODIGO INTERNO** : CI-370

**TEC. LAB.** : S.A.C.M.

**DESCRIPCION** : Escoria siderúrgica

**MATERIAL** : Agregado Grueso

DATOS DEL ENSAYO							DESCRIPCION DE LA MUESTRA
Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	Especificaciones	
4"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400				100.0		
3/4"	19.050	122.0	11.6	11.6	88.4		Peso Inicial Total: 1054.0 gr
1/2"	12.700	145.0	13.8	25.4	74.6		
3/8"	9.525	101.0	9.6	35.0	65.0		
1/4"	6.350			44.6	55.4		
Nº 4	4.760	132.0	12.5	57.1	42.9		
Nº 8	2.380	43.0	4.3	61.4	38.6		
Nº 10	2.000			65.7	34.3		
Nº 16	1.190	156.0	14.8	80.5	19.5		
Nº 20	0.840			85.2	14.8		
Nº 30	0.590	123.0	11.7	96.9	3.1		
Nº 40	0.420			100.0	0.0		
Nº 50	0.300	115.0	10.9	100.0	0.0		
Nº 60	0.250			100.0	0.0		
Nº 100	0.149	105.0	10.0	100.0	0.0		
Nº 200	0.074	10.0	0.9	100.0	0.0		
PAN		123.0	11.6	100.0	0.0		
TOTAL							
% PERDIDA							



Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Calle 11 de Agosto 1000  
Distrito de Chiclayo - Lambayeque

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Calle 11 de Agosto 1000  
Distrito de Chiclayo - Lambayeque



**ANEXO 6.2**  
**PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO EN**  
**ESTADO FRESCO 210 KG/CM<sup>2</sup>**

## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

**SEMP**  
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 15/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

Metodo de ensayo : ASENTAMIENTO DEL CONCRETO  
Referencia normativa : N.T.P. 339.035:2009  
Metodo de muestreo : Concreto fresco  
Codigo interno : AS  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Asentamiento
N°		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	Pulgadas
01	Mezcla 1 - Concreto Patron	210.00	01/10/2022	3.80
02	Mezcla 2 - C.P 210 - 5% Escoria siderúrgica	210.00	01/10/2022	3.70
03	Mezcla 3 - C.P 210 - 10% Escoria siderúrgica	210.00	01/10/2022	3.60
04	Mezcla 4 - C.P 210 - 15% Escoria siderúrgica	210.00	01/10/2022	3.50
05	Mezcla 5 - C.P 210 - 20% Escoria siderúrgica	210.00	01/10/2022	3.40

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Segundo A. Carranza Mejia*  
TECNICO DE LABORATORIO  
SERVICIOS DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Boyza Fernández*  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 15/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

Metodo de ensayo : ASENTAMIENTO DEL CONCRETO  
Referencia normativa : N.T.P. 339.035:2009  
Metodo de muestreo : Concreto fresco  
Codigo interno : AS  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Asentamiento
Nº		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	Pulgadas
01	Mezcla 1 - Concreto Patron	210.00	01/10/2022	3.80
02	Mezcla 6 - C.P 210 - 10% E.S - 2% E.A	210.00	01/11/2022	3.60
03	Mezcla 7 - C.P 210 - 10% E.S - 4% E.A	210.00	01/11/2022	3.35
04	Mezcla 8 - C.P 210 - 10% E.S - 6% E.A	210.00	01/11/2022	3.15
05	Mezcla 9 - C.P 210 - 10% E.S - 8% E.A	210.00	01/11/2022	2.90

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*[Handwritten Signature]*  
Segundo A. Carranza Mejía  
JEFE DE LABORATORIO  
SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*[Handwritten Signature]*  
Secundino Barza Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 189278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

Metodo de ensayo : Temperatura del concreto  
 Referencia normativa : N.T.P. 339.189:2002  
 Metodo de muestreo : Temperatura  
 Codigo interno : T  
 Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Temperatura
Nº		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	°C
01	Mezcla 1 - Concreto Patron	210.00	01/10/2022	20.00
02	Mezcla 2 - C.P 210 - 10% Escoria siderúrgica	210.00	01/10/2022	20.40
03	Mezcla 3 - C.P 210 - 15% Escoria siderúrgica	210.00	01/10/2022	19.80
04	Mezcla 4 - C.P 210 - 20% Escoria siderúrgica	210.00	01/10/2022	20.00
05	Mezcla 5 - C.P 210 - 25% Escoria siderúrgica	210.00	01/10/2022	20.50

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejía  
 TÉCNICO DE LABORATORIO  
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Barea Fernández  
 ING. CIVIL  
 REG. CIP. 149278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

**SEMP**  
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

Metodo de ensayo : Temperatura del concreto  
Referencia normativa : N.T.P. 339.189:2002  
Metodo de muestreo : Temperatura  
Codigo interno : T  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Temperatura
Nº		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	°C
01	Mezcla 1 - Concreto Patron	210.00	01/10/2022	20.00
02	Mezcla 6 - C.P 210 - 10% E.S - 2% E.A	210.00	01/11/2022	24.00
03	Mezcla 7 - C.P 210 - 10% E.S - 4% E.A	210.00	01/11/2022	23.50
04	Mezcla 8 - C.P 210 - 10% E.S - 6% E.A	210.00	01/11/2022	24.00
05	Mezcla 9 - C.P 210 - 10% E.S - 8% E.A	210.00	01/11/2022	25.00

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Segundo A. Carranza Mejía*  
TÉCNICO DE LABORATORIO SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Berra Fernández*  
ING. CIVIL REG. CIP. 169278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

**SEMP**  
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Metodo de ensayo : PESO UNITARIO DEL CONCRETO  
Referencia normativa : N.T.P. 339.046:2015  
Metodo de muestreo : Concreto fresco  
Codigo interno : P.U  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Peso unitario
Nº		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	kg/m <sup>3</sup>
01	Mezcla 1 - Concreto Patron	210.00	01/10/2022	2345.40
02	Mezcla 2 - C.P 210 - 10% Escoria siderúrgica	210.00	01/10/2022	2354.40
03	Mezcla 3 - C.P 210 - 15% Escoria siderúrgica	210.00	01/10/2022	2365.50
04	Mezcla 4 - C.P 210 - 20% Escoria siderúrgica	210.00	01/10/2022	2378.40
05	Mezcla 5 - C.P 210 - 25% Escoria siderúrgica	210.00	01/10/2022	2395.20

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Segundo A. Carranza Mejía*  
JEFE DE LABORATORIO SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Bayera Fernández*  
ING. CIVIL REG. CIP. 169278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

**SEMP**  
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

Metodo de ensayo : PESO UNITARIO DEL CONCRETO  
Referencia normativa : N.T.P. 339.046:2015  
Metodo de muestreo : Concreto fresco  
Codigo interno : P.U  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Peso unitario
Nº		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	kg/m <sup>3</sup>
01	Mezcla 1 - Concreto Patron	210.00	01/10/2022	2345.40
02	Mezcla 6 - C.P 210 - 10% E.S - 2% E.A	210.00	01/11/2022	2354.10
03	Mezcla 7 - C.P 210 - 10% E.S - 4% E.A	210.00	01/11/2022	2360.50
04	Mezcla 8 - C.P 210 - 10% E.S - 6% E.A	210.00	01/11/2022	2375.90
05	Mezcla 9 - C.P 210 - 10% E.S - 8% E.A	210.00	01/11/2022	2383.80

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Segundo A. Carranza Mejía  
COMITÉ DE LABORATORIO  
SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Barga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

Metodo de ensayo : CONTENIDO DE AIRE  
Referencia normativa : N.T.P:339.081:2011  
Metodo de muestreo : Concreto fresco  
Codigo interno : C.A  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Aire atrapado
N°		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	%
01	Mezcla 1 - Concreto Patron	210.00	02/10/2022	1.95
02	Mezcla 2 - C.P 210 - 10% Escoria siderúrgica	210.00	02/10/2022	1.93
03	Mezcla 3 - C.P 210 - 15% Escoria siderúrgica	210.00	02/10/2022	1.91
04	Mezcla 4 - C.P 210 - 20% Escoria siderúrgica	210.00	02/10/2022	1.87
05	Mezcla 5 - C.P 210 - 25% Escoria siderúrgica	210.00	02/10/2022	1.85

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Segundo A. Carrizosa Mejía  
SERVIDOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Baya Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com

Metodo de ensayo : CONTENIDO DE AIRE  
Referencia normativa : N.T.P:339.081:2011  
Metodo de muestreo : Concreto fresco  
Codigo interno : C.A  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Aire atrapado
N°		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	%
01	Mezcla 1 - Concreto Patron	210.00	02/10/2022	1.95
02	Mezcla 6 - C.P 210 - 10% E.S - 2% E.A	210.00	01/11/2022	2.21
03	Mezcla 7 - C.P 210 - 10% E.S - 4% E.A	210.00	01/11/2022	2.54
04	Mezcla 8 - C.P 210 - 10% E.S - 6% E.A	210.00	01/11/2022	2.62
05	Mezcla 9 - C.P 210 - 10% E.S - 8% E.A	210.00	01/11/2022	2.75

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE  
SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Segundo A. Carranza Mejías  
SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Burgos Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278



**ANEXO 6.3**  
**PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO EN**  
**ESTADO FRESCO 280 KG/CM<sup>2</sup>**

## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

**SEMP**  
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

Metodo de ensayo : ASENTAMIENTO DEL CONCRETO  
Referencia normativa : N.T.P. 339.035:2009  
Metodo de muestreo : Concreto fresco  
Codigo interno : AS  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Asentamiento
N°		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	Pulgadas
01	Mezcla 1 - Concreto Patron	280.00	02/10/2022	3.90
02	Mezcla 2 - C.P 280 - 10% Escoria siderúrgica	280.00	02/10/2022	3.75
03	Mezcla 3 - C.P 280 - 15% Escoria siderúrgica	280.00	02/10/2022	3.60
04	Mezcla 4 - C.P 280 - 20% Escoria siderúrgica	280.00	02/10/2022	3.40
05	Mezcla 5 - C.P 280 - 25% Escoria siderúrgica	280.00	02/10/2022	3.00

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*[Handwritten Signature]*  
Segundo A. Carranza Mejía  
TÉCNICO DE LABORATORIO  
SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*[Handwritten Signature]*  
Secundino Baya Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

Metodo de ensayo : ASENTAMIENTO DEL CONCRETO  
Referencia normativa : N.T.P. 339.035:2009  
Metodo de muestreo : Concreto fresco  
Codigo interno : AS  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Asentamiento
N°		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	Pulgadas
01	Mezcla 1 - Concreto Patron	280.00	02/10/2022	3.90
02	Mezcla 6 - C.P 280 - 10% E.S - 2% E.A	280.00	01/11/2022	3.70
03	Mezcla 7 - C.P 280 - 10% E.S - 4% E.A	280.00	01/11/2022	3.50
04	Mezcla 8 - C.P 280 - 10% E.S - 6% E.A	280.00	01/11/2022	3.30
05	Mezcla 9 - C.P 280 - 10% E.S - 8% E.A	280.00	01/11/2022	3.10

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Segundo A. Carranza Mejia*  
TECNICO DE LABORATORIO  
SERVICIOS DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Burga Fernandez*  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

**SEMP**  
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 15/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

Metodo de ensayo : TEMPERATURA DEL CONCRETO  
Referencia normativa : N.T.P. 339.189:2002  
Metodo de muestreo : Concreto fresco  
Codigo interno : T  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Asentamiento
Nº		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	Pulgadas
01	Mezcla 1 - Concreto Patron	280.00	02/10/2022	20.50
02	Mezda 2 - C.P 280 - 10% Escoria siderúrgica	280.00	02/10/2022	20.50
03	Mezda 3 - C.P 280 - 15% Escoria siderúrgica	280.00	02/10/2022	20.00
04	Mezda 4 - C.P 280 - 20% Escoria siderúrgica	280.00	02/10/2022	20.30
05	Mezda 5 - C.P 280 - 25% Escoria siderúrgica	280.00	02/10/2022	20.60

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Segundo A. Carrizosa Mejía  
TÉCNICO DE LABORATORIO  
SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Barga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 149278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

**SEMP**  
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

Metodo de ensayo : TEMPERATURA DEL CONCRETO  
Referencia normativa : N.T.P. 339.189:2002  
Metodo de muestreo : Concreto fresco  
Codigo interno : T  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Asentamiento
N°		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	Pulgadas
01	Mezcla 1 - Concreto Patron	280.00	02/10/2022	20.50
02	Mezcla 6 - C.P 280 - 10% E.S - 2% E.A	280.00	01/11/2022	23.50
03	Mezcla 7 - C.P 280 - 10% E.S - 4% E.A	280.00	01/11/2022	24.50
04	Mezcla 8 - C.P 280 - 10% E.S - 6% E.A	280.00	01/11/2022	25.00
05	Mezcla 9 - C.P 280 - 10% E.S - 8% E.A	280.00	01/11/2022	26.00

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Segundo A. Carranza Mejia*  
SECCION DE LABORATORIO  
SERVICIOS DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Baya Fernández*  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

Metodo de ensayo : PESO UNITARIO DEL CONCRETO  
Referencia normativa : N.T.P. 339.046:2015  
Metodo de muestreo : Concreto fresco  
Codigo interno : P.U  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Peso unitario
N°		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	kg/m <sup>3</sup>
01	Mezcla 1 - Concreto Patron	280.00	02/10/2022	2356.20
02	Mezda 2 - C.P 280 - 10% Escoria siderúrgica	280.00	02/10/2022	2368.90
03	Mezda 3 - C.P 280 - 15% Escoria siderúrgica	280.00	02/10/2022	2381.10
04	Mezda 4 - C.P 280 - 20% Escoria siderúrgica	280.00	02/10/2022	2394.50
05	Mezda 5 - C.P 280 - 25% Escoria siderúrgica	280.00	02/10/2022	2416.80

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Signature*  
Segundo A. Carranza Mejía  
TÉCNICO DE LABORATORIO  
SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Signature*  
Secundino Barga Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

Metodo de ensayo : PESO UNITARIO DEL CONCRETO  
Referencia normativa : N.T.P. 339.046:2015  
Metodo de muestreo : Concreto fresco  
Codigo interno : P.U  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Peso unitario
N°		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	kg/m <sup>3</sup>
01	Mezcla 1 - Concreto Patron	280.00	02/10/2022	2356.20
02	Mezcla 6 - C.P 210 - 10% E.S - 2% E.A	280.00	01/11/2022	2370.00
03	Mezcla 7 - C.P 210 - 10% E.S - 4% E.A	280.00	01/11/2022	2382.50
04	Mezcla 8 - C.P 210 - 10% E.S - 6% E.A	280.00	01/11/2022	2390.50
05	Mezcla 9 - C.P 210 - 10% E.S - 8% E.A	280.00	01/11/2022	2395.10

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Segundo A. Carranza Mejia*  
JEFE DE LABORATORIO SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Barza Fernández*  
ING. CIVIL REG. CIP. 169278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1 S/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

Metodo de ensayo : CONTENIDO DE AIRE  
Referencia normativa : N.T.P:339.081:2011  
Metodo de muestreo : Concreto fresco  
Codigo interno : C.A  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Aire atrapado
N°		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	%
01	Mezcla 1 - Concreto Patron	210.00	02/10/2022	1.92
02	Mezcla 2 - C.P 280 - 10% Escoria siderúrgica	210.00	02/10/2022	1.90
03	Mezcla 3 - C.P 280 - 15% Escoria siderúrgica	210.00	02/10/2022	1.88
04	Mezcla 4 - C.P 280 - 20% Escoria siderúrgica	210.00	02/10/2022	1.89
05	Mezcla 5 - C.P 280 - 25% Escoria siderúrgica	210.00	02/10/2022	1.90

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Segundo A. Carranza Mejia*  
JEFE DE LABORATORIO  
SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Barga Fernández*  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

**SEMP**  
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 15/N - Distrito de Chiclayo - Provincia de Chiclayo - Lambayeque RUC: 20487357465

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
E-mail: servicios\_lab@hotmail.com.

Metodo de ensayo : CONTENIDO DE AIRE  
Referencia normativa : N.T.P:339.081:2011  
Metodo de muestreo : Concreto fresco  
Codigo interno : C.A  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vadado	Aire atrapado
N°		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	%
01	Mezcla 1 - Concreto Patron	210.00	02/10/2022	1.92
02	Mezcla 6 - C.P 280 - 10% E.S - 2% E.A	210.00	01/11/2022	2.20
03	Mezcla 7 - C.P 280 - 10% E.S - 4% E.A	210.00	01/11/2022	2.45
04	Mezcla 8 - C.P 280 - 10% E.S - 6% E.A	210.00	01/11/2022	2.60
05	Mezcla 9 - C.P 280 - 10% E.S - 8% E.A	210.00	01/11/2022	2.80

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE  
SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Segundo A. Carranza Mejia  
TECNICO DE LABORATORIO  
SERVICIOS DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Borgia Fernandez  
ING. CIVIL  
REG. CIP. 169278



**ANEXO 6.4**  
**PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO**  
**CONCRETO PATRÓN 210 KG/CM<sup>2</sup>**

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

**SEMP**  
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1. Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a compresión del concreto

Referencia normativa : N.T.P. 339.034:2015

Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido

Codigo interno : R.C

Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Altura	Diametro	Área	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub>	f'c promedio
Nº		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP - Testigo 1	210	01/10/2022	08/10/2022	7	287.80	300.00	150.20	17718.61	165.63	78.87%	164.89
02	CP - Testigo 2	210	01/10/2022	08/10/2022	7	284.50	300.00	150.20	17718.61	163.73	77.97%	
03	CP - Testigo 3	210	01/10/2022	08/10/2022	7	286.50	300.00	150.00	17671.46	165.32	78.72%	
04	CP - Testigo 4	210	01/10/2022	15/10/2022	14	336.40	300.00	150.10	17695.03	193.28	92.04%	193.61
05	CP - Testigo 5	210	01/10/2022	15/10/2022	14	338.90	300.00	150.20	17718.61	195.04	92.87%	
06	CP - Testigo 6	210	01/10/2022	15/10/2022	14	334.10	300.00	150.10	17695.03	192.53	91.68%	
07	CP - Testigo 7	210	01/10/2022	29/10/2022	28	380.50	300.00	150.30	17742.22	218.69	104.14%	220.65
08	CP - Testigo 8	210	01/10/2022	29/10/2022	28	385.20	300.00	150.40	17765.83	221.09	105.28%	
09	CP - Testigo 9	210	01/10/2022	29/10/2022	28	387.50	300.00	150.25	17730.41	222.86	106.12%	
10	CP - Testigo 10	210	01/10/2022	29/10/2022	28	388.90	300.00	151.50	18026.65	219.99	104.76%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino A. Carrizosa Mejía  
INGENIERO DE LABORATORIO  
SERVICIOS DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Bogza Fernández  
INGENIERO CIVIL  
REG. CTR. 149278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a tracción del concreto  
Referencia normativa : N.T.P 339.084: 20102  
Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido  
Codigo interno : R.T  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Altura	Diametro	Área	T	T	Traacción promedio
Nº		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP - Testigo 1	210	01/10/2022	08/10/2022	7	110.50	300.00	150.20	17718.61	15.92	7.58%	15.88
02	CP - Testigo 2	210	01/10/2022	08/10/2022	7	112.40	300.00	150.60	17813.11	16.15	7.60%	
03	CP - Testigo 3	210	01/10/2022	08/10/2022	7	108.50	300.00	150.80	17860.46	15.57	7.41%	
04	CP - Testigo 4	210	01/10/2022	15/10/2022	14	145.40	300.00	150.30	17742.22	20.93	9.97%	20.63
05	CP - Testigo 5	210	01/10/2022	15/10/2022	14	140.50	300.00	150.80	17860.46	20.16	9.60%	
06	CP - Testigo 6	210	01/10/2022	15/10/2022	14	144.50	300.00	150.30	17742.22	20.80	9.91%	
07	CP - Testigo 7	210	01/10/2022	29/10/2022	28	185.40	300.00	150.40	17765.83	26.67	12.70%	26.11
08	CP - Testigo 8	210	01/10/2022	29/10/2022	28	181.40	300.00	150.80	17860.46	26.03	12.40%	
09	CP - Testigo 9	210	01/10/2022	29/10/2022	28	179.50	300.00	150.60	17813.11	25.79	12.28%	
10	CP - Testigo 10	210	01/10/2022	29/10/2022	28	180.50	300.00	150.60	17813.11	25.94	12.35%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino R. Carrizosa Mejía  
SERVICIO DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino R. Carrizosa Mejía  
REG. OF. 149278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a flexión del concreto

Referencia normativa : N.T.P 339.084: 20102

Metodo de muestreo : Concreto en estado fresco

Codigo interno : R.F

Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Longitud	b	h	MR	MR	MR promedio
Nº		Fc (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(cm)	(cm)	(cm)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP - Testigo 1	210	01/10/2022	08/10/2022	7	14.10	54.00	15.00	15.00	23.00	10.95%	22.79
02	CP - Testigo 2	210	01/10/2022	08/10/2022	7	13.40	54.00	15.00	15.00	21.86	10.41%	
03	CP - Testigo 3	210	01/10/2022	08/10/2022	7	14.40	54.00	15.00	15.00	23.49	11.19%	
04	CP - Testigo 4	210	01/10/2022	15/10/2022	14	16.90	54.00	15.00	15.00	27.57	13.13%	28.66
05	CP - Testigo 5	210	01/10/2022	15/10/2022	14	17.40	54.00	15.00	15.00	28.39	13.52%	
06	CP - Testigo 6	210	01/10/2022	15/10/2022	14	18.40	54.00	15.00	15.00	30.02	14.30%	
07	CP - Testigo 7	210	01/10/2022	29/10/2022	28	20.10	54.00	15.00	15.00	32.79	15.62%	33.20
08	CP - Testigo 8	210	01/10/2022	29/10/2022	28	21.00	54.00	15.00	15.00	34.28	16.32%	
09	CP - Testigo 9	210	01/10/2022	29/10/2022	28	20.50	54.00	15.00	15.00	33.45	15.63%	
10	CP - Testigo 10	210	01/10/2022	29/10/2022	28	19.80	54.00	15.00	15.00	32.30	15.38%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Sigfredo A. Carrizosa Mejía  
 SERVICIO DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Rojas Fernández  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 149278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1. Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Modulo de elasticidad del concreto  
Referencia normativa : ASTM C-469  
Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido  
Codigo interno : M.E  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Fecha Ensayo	Probeta	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria ( $\epsilon_j$ (S <sub>j</sub> ))	Area cm <sup>2</sup>	$E_c$ Kg/cm2	$E_{c-Teorico}$ Kg/cm2	$E_{c-Promedio}$ Kg/cm2	$E_{c-Teorico}$ Kg/cm2
08/10/2022	T1-210-CP	7	166.89	66.75	7.751028	0.0003542	182.41	193950.48	193776.39	193813.48	193785.72
08/10/2022	T2-210-CP	7	167.75	67.10	7.637043	0.0003570	182.41	193707.60	194277.30		
08/10/2022	T3-210-CP	7	166.07	66.43	7.909521	0.0003516	182.41	193782.36	193303.48		
15/10/2022	T4-210-CP	14	189.14	75.65	10.723215	0.0003645	182.41	206472.07	206290.72	202915.29	206386.54
15/10/2022	T5-210-CP	14	188.02	75.21	10.886919	0.0003699	182.41	201072.82	205680.25		
15/10/2022	T6-210-CP	14	190.79	76.31	10.976612	0.0003747	182.41	201200.99	207188.64		
29/10/2022	T7-210-CP	28	222.51	89.01	12.659492	0.0003971	182.41	219939.21	223753.70	218520.14	225552.62
29/10/2022	T8-210-CP	28	229.37	91.75	12.287986	0.0004145	182.41	218023.99	227174.33		
29/10/2022	T9-210-CP	28	226.46	90.58	13.064626	0.0004063	182.41	217597.22	225729.83		

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino A. Clavero Mejía  
SERVICIOS DE LABORATORIOS

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Benza Ferrández  
REG. C. 119278



**ANEXO 6.5**  
**PROPIEDADES MECÁNICAS DEL**  
**CONCRETO CONCRETO PATRÓN 280 KG/CM<sup>2</sup>**

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a compresión del concreto  
Referencia normativa : N.T.P. 339.034:2015  
Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido  
Codigo interno : R.C  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Altura	Diametro	Área	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub> promedio
Nº		f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP - Testigo 1	280	02/10/2022	09/10/2022	7	387.40	300.00	150.40	17785.83	222.35	79.41%	222.45
02	CP - Testigo 2	280	02/10/2022	09/10/2022	7	388.80	300.00	150.30	17742.22	223.46	79.81%	
03	CP - Testigo 3	280	02/10/2022	09/10/2022	7	386.50	300.00	150.50	17789.46	221.54	79.12%	
04	CP - Testigo 4	280	02/10/2022	16/10/2022	14	445.80	300.00	150.50	17789.46	255.53	91.26%	255.90
05	CP - Testigo 5	280	02/10/2022	16/10/2022	14	448.40	300.00	150.80	17813.11	256.68	91.67%	
06	CP - Testigo 6	280	02/10/2022	16/10/2022	14	446.90	300.00	150.70	17836.78	255.49	91.24%	
07	CP - Testigo 7	280	02/10/2022	30/10/2022	28	504.30	300.00	150.80	17880.46	287.92	102.83%	289.58
08	CP - Testigo 8	280	02/10/2022	30/10/2022	28	507.20	300.00	150.40	17765.83	291.12	103.97%	
09	CP - Testigo 9	280	02/10/2022	30/10/2022	28	506.10	300.00	150.30	17742.22	290.87	103.88%	
10	CP - Testigo 10	280	02/10/2022	30/10/2022	28	504.50	300.00	150.70	17836.78	288.41	103.01%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Segundo A. Carranza Mejia*  
OFICINA DE LABORATORIO SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Rojas Fernández*  
INGENIERO CIVIL REG. Nº 149278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a tracción del concreto

Referencia normativa : N.T.P 339.084: 20102

Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido

Codigo interno : R.T

Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Altura	Diametro	Área	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub> promedio
Nº		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP - Testigo 1	280	02/10/2022	09/10/2022	7	150.20	300.00	151.10	17931.59	21.51	7.68%	21.43
02	CP - Testigo 2	280	02/10/2022	09/10/2022	7	149.50	300.00	150.90	17884.15	21.44	7.68%	
03	CP - Testigo 3	280	02/10/2022	09/10/2022	7	148.40	300.00	150.50	17789.46	21.34	7.62%	
04	CP - Testigo 4	280	02/10/2022	16/10/2022	14	182.50	300.00	150.40	17765.83	26.26	9.38%	26.02
05	CP - Testigo 5	280	02/10/2022	16/10/2022	14	178.90	300.00	150.60	17813.11	25.71	9.18%	
06	CP - Testigo 6	280	02/10/2022	16/10/2022	14	181.40	300.00	150.40	17765.83	26.10	9.32%	
07	CP - Testigo 7	280	02/10/2022	30/10/2022	28	215.50	300.00	150.10	17895.03	31.07	11.10%	31.38
08	CP - Testigo 8	280	02/10/2022	30/10/2022	28	216.80	300.00	150.00	17871.46	31.25	11.16%	
09	CP - Testigo 9	280	02/10/2022	30/10/2022	28	218.40	300.00	150.10	17895.03	31.49	11.24%	
10	CP - Testigo 10	280	02/10/2022	30/10/2022	28	220.10	300.00	150.20	17718.61	31.71	11.32%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Segundo A. Carranza Mejía*  
 INGENIERO DE LABORATORIO  
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Biza Fernández*  
 ING. CIVIL  
 REG. Nº 169278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a flexión del concreto

Referencia normativa : N.T.P 339.084: 20102

Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido

Código interno : R.F

Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Longitud	b	h	MR	MR	MR promedio
Nº		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(cm)	(cm)	(cm)	(Kg/Cm2)	(%)	(Kg/Cm2)
01	CP - Testigo 1	280	02/10/2022	09/10/2022	7	18.20	54.00	15.00	15.00	29.69	10.60%	30.42
02	CP - Testigo 2	280	02/10/2022	09/10/2022	7	18.63	54.00	15.00	15.00	30.40	10.86%	
03	CP - Testigo 3	280	02/10/2022	09/10/2022	7	19.10	54.00	15.00	15.00	31.16	11.13%	
04	CP - Testigo 4	280	02/10/2022	16/10/2022	14	23.90	54.00	15.00	15.00	38.99	13.93%	39.92
05	CP - Testigo 5	280	02/10/2022	16/10/2022	14	24.00	54.00	15.00	15.00	39.16	13.98%	
06	CP - Testigo 6	280	02/10/2022	16/10/2022	14	25.50	54.00	15.00	15.00	41.60	14.86%	
07	CP - Testigo 7	280	02/10/2022	30/10/2022	28	32.50	54.00	15.00	15.00	53.02	18.94%	50.86
08	CP - Testigo 8	280	02/10/2022	30/10/2022	28	30.60	54.00	15.00	15.00	49.92	17.83%	
09	CP - Testigo 9	280	02/10/2022	30/10/2022	28	30.80	54.00	15.00	15.00	50.25	17.95%	
10	CP - Testigo 10	280	02/10/2022	30/10/2022	28	30.80	54.00	15.00	15.00	50.25	17.95%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Sigifredo A. Carrasco Mejía  
 INGENIERO CIVIL  
 SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Rojas Fernández  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP 149278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

**EMP**  
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo · EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Modulo de elasticidad del concreto  
Referencia normativa : ASTM C-469  
Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido  
Codigo interno : M.E  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Fecha Ensayo	Probeta	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	e unitaria $\epsilon_1 (S_1)$	Area cm <sup>2</sup>	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	$E_{c-Teorico}$ Kg/cm <sup>2</sup>	$E_{c-Promedio}$ Kg/cm <sup>2</sup>	$E_{c-Teorico}$ Kg/cm <sup>2</sup>
09/10/2022	T1-280-CP	7	213.80	85.52	8.999572	0.0004332	182.41	199715.60	219329.81	199515.58	219873.47
09/10/2022	T2-280-CP	7	212.59	85.04	9.845269	0.0004290	182.41	198423.37	218709.42		
09/10/2022	T3-280-CP	7	218.21	87.29	9.409652	0.0004386	182.41	200407.78	221581.19		
16/10/2022	T4-280-CP	14	243.44	97.38	12.064905	0.0004266	182.41	226512.46	234037.63	223508.99	233388.17
16/10/2022	T5-280-CP	14	239.49	95.80	11.925964	0.0004265	182.41	222747.23	232132.25		
16/10/2022	T6-280-CP	14	243.35	97.34	12.125257	0.0004351	182.41	221267.28	233994.62		
30/10/2022	T7-280-CP	28	285.17	114.07	12.438742	0.0004817	182.41	235423.64	253306.61	238175.25	253607.51
30/10/2022	T8-280-CP	28	288.14	115.26	12.923163	0.0004796	182.41	238181.90	254619.41		
30/10/2022	T9-280-CP	28	284.25	113.70	12.242572	0.0004711	182.41	240920.21	252896.52		

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Segundo A. Carranza Mejia*  
SECCION DE LABORATORIO  
SERVICIOS DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino B. Fernandez*  
ING. CIVIL  
REG. 016.140278



## **ANEXO 6.6**

### **PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERURGICA PARA CONCRETO DE DISEÑO DE 210 kg/cm<sup>2</sup> Y 280 kg/cm<sup>2</sup>**

## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a compresión del concreto

Referencia normativa : N.T.P. 339.034:2015

Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido

Codigo interno : R.C

Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Altura	Diametro	Área	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub> promedio
Nº		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP + 5% ES	210	01/10/2022	08/10/2022	7	295.10	300.00	150.20	17718.61	169.83	80.87%	168.35
02	CP + 5% ES	210	01/10/2022	08/10/2022	7	290.10	300.00	150.30	17742.22	166.73	79.39%	
03	CP + 5% ES	210	01/10/2022	08/10/2022	7	292.80	300.00	150.20	17718.61	168.51	80.24%	
04	CP + 5% ES	210	01/10/2022	15/10/2022	14	341.50	300.00	150.10	17695.03	196.79	93.71%	196.91
05	CP + 5% ES	210	01/10/2022	15/10/2022	14	341.80	300.00	150.40	17765.83	196.18	93.42%	
06	CP + 5% ES	210	01/10/2022	15/10/2022	14	343.60	300.00	150.20	17718.61	197.74	94.16%	
07	CP + 5% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	393.50	300.00	150.60	17813.11	225.26	107.26%	225.14
08	CP + 5% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	392.80	300.00	150.40	17765.83	225.45	107.36%	
09	CP + 5% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	390.40	300.00	150.60	17813.11	223.48	106.42%	
10	CP + 5% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	394.40	300.00	150.40	17765.83	226.37	107.80%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*[Firma]*  
 Segundo A. Carrasco Mejía  
 SERVIDOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*[Firma]*  
 Secundino Rivera Fernández  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 149278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a compresión del concreto

Referencia normativa : N.T.P. 339.034:2015

Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido

Codigo interno : R.C

Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Altura	Diametro	Área	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub> promedio
Nº		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP + 10% ES	210	01/10/2022	08/10/2022	7	300.10	300.00	150.20	17718.61	172.71	82.24%	173.15
02	CP + 10% ES	210	01/10/2022	08/10/2022	7	302.10	300.00	150.30	17742.22	173.63	82.68%	
03	CP + 10% ES	210	01/10/2022	08/10/2022	7	300.80	300.00	150.20	17718.61	173.11	82.43%	
04	CP + 10% ES	210	01/10/2022	15/10/2022	14	351.50	300.00	150.10	17695.03	202.56	96.46%	200.74
05	CP + 10% ES	210	01/10/2022	15/10/2022	14	347.80	300.00	150.40	17765.83	199.63	95.06%	
06	CP + 10% ES	210	01/10/2022	15/10/2022	14	347.60	300.00	150.20	17718.61	200.04	95.26%	
07	CP + 10% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	402.50	300.00	150.60	17813.11	230.41	109.72%	230.87
08	CP + 10% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	404.80	300.00	150.40	17765.83	232.34	110.64%	
09	CP + 10% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	403.40	300.00	150.60	17813.11	230.92	109.96%	
10	CP + 10% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	400.40	300.00	150.40	17765.83	229.82	109.44%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Cuyunza Mejía  
 INGENIERO CIVIL  
 SERVICIOS DE LABORATORIOS

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo Barea Fernández  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CTR. 149278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP ASFALTOS

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a compresión del concreto

Referencia normativa : N.T.P. 339.034:2015

Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido

Codigo interno : R.C

Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Altura	Diametro	Área	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub> promedio
Nº		f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP + 15% ES	210	01/10/2022	08/10/2022	7	268.90	300.00	149.90	17647.90	155.37	73.99%	155.95
02	CP + 15% ES	210	01/10/2022	08/10/2022	7	269.50	300.00	150.00	17871.46	155.51	74.05%	
03	CP + 15% ES	210	01/10/2022	08/10/2022	7	272.40	300.00	150.10	17895.03	156.97	74.75%	
04	CP + 15% ES	210	01/10/2022	15/10/2022	14	319.50	300.00	150.40	17765.83	183.38	87.32%	182.79
05	CP + 15% ES	210	01/10/2022	15/10/2022	14	315.40	300.00	150.10	17695.03	181.75	86.55%	
06	CP + 15% ES	210	01/10/2022	15/10/2022	14	318.40	300.00	150.20	17718.61	183.24	87.26%	
07	CP + 15% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	380.50	300.00	150.50	17789.46	218.10	103.86%	218.80
08	CP + 15% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	383.10	300.00	150.90	17884.15	218.43	104.02%	
09	CP + 15% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	381.40	300.00	150.40	17765.83	218.91	104.24%	
10	CP + 15% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	380.80	300.00	150.00	17671.46	219.73	104.64%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Segundo A. Carranza Mejía  
Ingeniero Civil

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Boyza Fernández  
Ingeniero Civil



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a compresión del concreto

Referencia normativa : N.T.P. 339.034:2015

Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido

Codigo interno : R.C

Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Altura	Diametro	Área	f'c	f'c	f'c promedio
			(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP + 20% ES	210	01/10/2022	08/10/2022	7	218.40	300.00	150.90	17884.15	124.53	59.30%	128.40
02	CP + 20% ES	210	01/10/2022	08/10/2022	7	232.40	300.00	150.80	17860.46	132.68	63.18%	
03	CP + 20% ES	210	01/10/2022	08/10/2022	7	224.50	300.00	150.90	17884.15	128.00	60.95%	
04	CP + 20% ES	210	01/10/2022	15/10/2022	14	273.50	300.00	150.80	17860.46	156.15	74.36%	157.31
05	CP + 20% ES	210	01/10/2022	15/10/2022	14	274.40	300.00	150.30	17742.22	157.71	75.10%	
06	CP + 20% ES	210	01/10/2022	15/10/2022	14	275.40	300.00	150.40	17765.83	158.07	75.27%	
07	CP + 20% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	360.40	300.00	150.20	17718.81	207.41	98.77%	201.20
08	CP + 20% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	345.50	300.00	150.60	17813.11	197.78	94.18%	
09	CP + 20% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	348.80	300.00	150.40	17765.83	200.20	95.33%	
10	CP + 20% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	346.50	300.00	150.20	17718.81	199.41	94.96%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE  
SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Ing. Jhon A. Cordero Mejía  
CALLE DE LABORATORIO  
SERVICIOS DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Ing. Ricardo Fernández  
ING. RICARDO FERNÁNDEZ  
REG. 019 140278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a tracción del concreto

Referencia normativa : N.T.P 339.084: 20102

Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido

Codigo interno : R.T

Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Altura	Diametro	Área	T	T	Traacción promedio
Nº		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP + 5% ES	210	01/10/2022	08/10/2022	7	115.10	300.00	150.10	17695.03	16.59	7.90%	16.48
02	CP + 5% ES	210	01/10/2022	08/10/2022	7	114.10	300.00	150.20	17718.61	16.44	7.83%	
03	CP + 5% ES	210	01/10/2022	08/10/2022	7	113.80	300.00	150.10	17695.03	16.41	7.81%	
04	CP + 5% ES	210	01/10/2022	15/10/2022	14	159.20	300.00	150.20	17718.61	22.94	10.92%	22.94
05	CP + 5% ES	210	01/10/2022	15/10/2022	14	160.10	300.00	150.30	17742.22	23.05	10.98%	
06	CP + 5% ES	210	01/10/2022	15/10/2022	14	158.80	300.00	150.40	17765.83	22.85	10.88%	
07	CP + 5% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	189.40	300.00	150.30	17742.22	27.27	12.98%	27.43
08	CP + 5% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	190.40	300.00	150.40	17765.83	27.39	13.04%	
09	CP + 5% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	191.40	300.00	150.10	17695.03	27.59	13.14%	
10	CP + 5% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	190.80	300.00	150.10	17695.03	27.48	13.08%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Gerencio A. CORTESADO BARRA  
 FUNDO DE LABORATORIO  
 SUPERVISOR DE LABORIOS

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Sociedades Rivas Fernández  
 ING. CIVIL  
 REG. OR. 180278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a tracción del concreto

Referencia normativa : N.T.P 339.084: 20102

Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido

Codigo interno : R.T

Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Altura	Diametro	Área	T	T	Traacción promedio
Nº		f'c (kg/cm²)	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(mm)	(mm)	(mm²)	(Kg/Cm²)	(%)	(Kg/Cm²)
01	CP + 10% ES	210	01/10/2022	08/10/2022	7	120.10	300.00	150.10	17895.03	17.31	8.24%	17.49
02	CP + 10% ES	210	01/10/2022	08/10/2022	7	124.10	300.00	150.20	17718.81	17.88	8.51%	
03	CP + 10% ES	210	01/10/2022	08/10/2022	7	119.80	300.00	150.10	17895.03	17.27	8.22%	
04	CP + 10% ES	210	01/10/2022	15/10/2022	14	189.20	300.00	150.20	17718.81	24.38	11.81%	24.29
05	CP + 10% ES	210	01/10/2022	15/10/2022	14	188.10	300.00	150.30	17742.22	24.20	11.52%	
06	CP + 10% ES	210	01/10/2022	15/10/2022	14	188.80	300.00	150.40	17765.83	24.29	11.56%	
07	CP + 10% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	185.40	300.00	150.30	17742.22	26.69	12.71%	28.04
08	CP + 10% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	200.40	300.00	150.40	17765.83	28.83	13.73%	
09	CP + 10% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	197.40	300.00	150.10	17895.03	28.46	13.55%	
10	CP + 10% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	195.40	300.00	150.10	17895.03	28.17	13.41%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Sergio A. Cordero Mejia  
 TECNICO DE LABORATORIO  
 DEL AREA DE SUELOS

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundo Rivas Fernández  
 INGENIERO  
 REG. CIP 119278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



**Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)**

**Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos**

**948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250**

**E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).**

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a tracción del concreto

Referencia normativa : N.T.P 339.084: 20102

Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido

Codigo interno : R.T

Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Altura	Diametro	Área	T	T	Tracción promedio
Nº		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP + 15% ES	210	01/10/2022	08/10/2022	7	102.10	300.00	150.30	17742.22	14.70	7.00%	14.56
02	CP + 15% ES	210	01/10/2022	08/10/2022	7	99.20	300.00	150.40	17785.83	14.27	6.80%	
03	CP + 15% ES	210	01/10/2022	08/10/2022	7	102.50	300.00	150.80	17860.46	14.71	7.00%	
04	CP + 15% ES	210	01/10/2022	15/10/2022	14	137.80	300.00	150.90	17884.15	19.76	9.41%	19.76
05	CP + 15% ES	210	01/10/2022	15/10/2022	14	136.80	300.00	150.50	17789.46	19.67	9.37%	
06	CP + 15% ES	210	01/10/2022	15/10/2022	14	138.50	300.00	151.00	17907.86	19.85	9.45%	
07	CP + 15% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	163.40	300.00	150.30	17742.22	23.53	11.20%	23.23
08	CP + 15% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	163.20	300.00	150.90	17884.15	23.40	11.14%	
09	CP + 15% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	158.40	300.00	150.80	17860.46	22.73	10.82%	
10	CP + 15% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	162.10	300.00	150.70	17836.78	23.28	11.08%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carranza Mejía  
 SERVICIO DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Bernal Fernández  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. C.O.P. 149278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a tracción del concreto

Referencia normativa : N.T.P 339.084: 20102

Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido

Codigo interno : R.T

Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Altura	Diametro	Área	T	T	Tracción promedio
Nº		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP + 20% ES	210	01/10/2022	08/10/2022	7	80.50	300.00	150.40	17765.83	11.58	5.52%	11.52
02	CP + 20% ES	210	01/10/2022	08/10/2022	7	78.90	300.00	150.90	17884.15	11.31	5.39%	
03	CP + 20% ES	210	01/10/2022	08/10/2022	7	81.40	300.00	151.00	17907.88	11.67	5.55%	
04	CP + 20% ES	210	01/10/2022	15/10/2022	14	102.10	300.00	151.10	17931.59	14.62	8.96%	14.67
05	CP + 20% ES	210	01/10/2022	15/10/2022	14	103.10	300.00	151.10	17931.59	14.77	7.03%	
06	CP + 20% ES	210	01/10/2022	15/10/2022	14	102.10	300.00	151.20	17955.33	14.61	6.96%	
07	CP + 20% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	128.40	300.00	150.80	17860.46	18.42	8.77%	18.47
08	CP + 20% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	127.40	300.00	151.00	17907.88	18.26	8.69%	
09	CP + 20% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	130.10	300.00	150.90	17884.15	18.66	8.88%	
10	CP + 20% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	128.80	300.00	150.40	17765.83	18.53	8.82%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
CARRANZA A. CARRANZA Mejías  
SERVICIO DE LABORATORIO  
SUELOS Y PAVIMENTOS

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Sociedad Anónima  
REG. 278 180278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1. Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a flexión del concreto

Referencia normativa : N.T.P 339.084: 20102

Metodo de muestreo : Concreto en estado fresco

Codigo interno : R.F

Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Longitud	b	h	MR	MR	MR promedio
Nº		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(cm)	(cm)	(cm)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP + 5% ES	210	01/10/2022	08/10/2022	7	13.70	54.00	15.00	15.00	22.35	10.64%	22.41
02	CP + 5% ES	210	01/10/2022	08/10/2022	7	13.90	54.00	15.00	15.00	22.68	10.80%	
03	CP + 5% ES	210	01/10/2022	08/10/2022	7	13.60	54.00	15.00	15.00	22.19	10.57%	
04	CP + 5% ES	210	01/10/2022	15/10/2022	14	17.40	54.00	15.00	15.00	28.39	13.52%	28.58
05	CP + 5% ES	210	01/10/2022	15/10/2022	14	17.60	54.00	15.00	15.00	28.71	13.67%	
06	CP + 5% ES	210	01/10/2022	15/10/2022	14	17.55	54.00	15.00	15.00	28.63	13.63%	
07	CP + 5% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	21.10	54.00	15.00	15.00	34.43	16.39%	34.12
08	CP + 5% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	20.90	54.00	15.00	15.00	34.10	16.24%	
09	CP + 5% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	20.70	54.00	15.00	15.00	33.77	16.08%	
10	CP + 5% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	20.95	54.00	15.00	15.00	34.18	16.28%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Ing. Edwin A. Carrizosa Mejía  
 JEFE DE LABORATORIO  
 SERVICIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Seguridad Ramos Fernández  
 ING. CIVIL  
 REG. CTR. 169278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

**SEMP**  
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1. Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a flexión del concreto

Referencia normativa : N.T.P 339.084: 20102

Metodo de muestreo : Concreto en estado fresco

Codigo interno : R.F

Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Longitud	b	h	MR	MR	MR promedio
Nº		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(cm)	(cm)	(cm)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP + 10% ES	210	01/10/2022	08/10/2022	7	15.20	54.00	15.00	15.00	24.80	11.81%	24.69
02	CP + 10% ES	210	01/10/2022	08/10/2022	7	15.40	54.00	15.00	15.00	25.13	11.96%	
03	CP + 10% ES	210	01/10/2022	08/10/2022	7	14.80	54.00	15.00	15.00	24.15	11.50%	
04	CP + 10% ES	210	01/10/2022	15/10/2022	14	20.40	54.00	15.00	15.00	33.28	15.85%	32.79
05	CP + 10% ES	210	01/10/2022	15/10/2022	14	19.80	54.00	15.00	15.00	32.30	15.38%	
06	CP + 10% ES	210	01/10/2022	15/10/2022	14	20.10	54.00	15.00	15.00	32.79	15.62%	
07	CP + 10% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	22.40	54.00	15.00	15.00	36.55	17.40%	38.79
08	CP + 10% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	22.90	54.00	15.00	15.00	37.36	17.79%	
09	CP + 10% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	22.40	54.00	15.00	15.00	36.55	17.40%	
10	CP + 10% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	22.50	54.00	15.00	15.00	36.71	17.48%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Sergio A. Carrasco Mejía  
SERVICIO DE LABORATORIOS  
SERVICIOS DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Pérez Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CTR. 169278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1. Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a flexión del concreto

Referencia normativa : N.T.P 339.084: 20102

Metodo de muestreo : Concreto en estado fresco

Codigo interno : R.F

Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Longitud	b	h	MR	MR	MR promedio
Nº		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(cm)	(cm)	(cm)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP + 15% ES	210	01/10/2022	08/10/2022	7	11.20	54.00	15.00	15.00	18.27	8.70%	18.06
02	CP + 15% ES	210	01/10/2022	08/10/2022	7	10.90	54.00	15.00	15.00	17.78	8.47%	
03	CP + 15% ES	210	01/10/2022	08/10/2022	7	11.10	54.00	15.00	15.00	18.11	8.62%	
04	CP + 15% ES	210	01/10/2022	15/10/2022	14	15.40	54.00	15.00	15.00	25.13	11.96%	24.58
05	CP + 15% ES	210	01/10/2022	15/10/2022	14	14.40	54.00	15.00	15.00	23.49	11.19%	
06	CP + 15% ES	210	01/10/2022	15/10/2022	14	15.40	54.00	15.00	15.00	25.13	11.96%	
07	CP + 15% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	19.70	54.00	15.00	15.00	32.14	15.31%	31.16
08	CP + 15% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	18.10	54.00	15.00	15.00	29.53	14.06%	
09	CP + 15% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	18.80	54.00	15.00	15.00	30.67	14.61%	
10	CP + 15% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	19.80	54.00	15.00	15.00	32.30	15.38%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carrizosa Mejía  
 JEFE DEL LABORATORIO  
 SERVICIOS DE LABORATORIOS

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Pérez Fernández  
 INC. 10115  
 REG. 278.189278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

**SEMP**  
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERURGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a flexión del concreto

Referencia normativa : N.T.P 339.084: 20102

Metodo de muestreo : Concreto en estado fresco

Codigo interno : R.F

Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Longitud	b	h	MR	MR	MR promedio
Nº		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(cm)	(cm)	(cm)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP + 20% ES	210	01/10/2022	08/10/2022	7	9.80	54.00	15.00	15.00	15.99	7.61%	15.01
02	CP + 20% ES	210	01/10/2022	08/10/2022	7	8.80	54.00	15.00	15.00	14.36	6.84%	
03	CP + 20% ES	210	01/10/2022	08/10/2022	7	9.00	54.00	15.00	15.00	14.68	6.99%	
04	CP + 20% ES	210	01/10/2022	15/10/2022	14	13.60	54.00	15.00	15.00	22.19	10.57%	22.90
05	CP + 20% ES	210	01/10/2022	15/10/2022	14	14.10	54.00	15.00	15.00	23.00	10.95%	
06	CP + 20% ES	210	01/10/2022	15/10/2022	14	14.40	54.00	15.00	15.00	23.49	11.19%	
07	CP + 20% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	16.10	54.00	15.00	15.00	26.27	12.51%	26.35
08	CP + 20% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	16.20	54.00	15.00	15.00	26.43	12.59%	
09	CP + 20% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	16.10	54.00	15.00	15.00	26.27	12.51%	
10	CP + 20% ES	210	01/10/2022	29/10/2022	28	16.20	54.00	15.00	15.00	26.43	12.59%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Sede: Av. Cerritos Mejía  
CHICLAYO - PERU  
SERVICIOS DE LABORATORIOS

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Rojas Fernández  
ING. CIVIL  
REG. DTA 140278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Modulo de elasticidad del concreto  
Referencia normativa : ASTM C-469  
Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido  
Codigo interno : M.E  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Fecha Ensayo	Probeta	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	e unitaria $\epsilon_2$ (S <sub>2</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	E <sub>t</sub> Kg/cm2	E <sub>c</sub> -Teorico Kg/cm2	E <sub>c</sub> -Promedio Kg/cm2	E <sub>c</sub> -Teorico Kg/cm2
08/10/2022	CP+5% E.S	7	169.68	67.87	10.23	0.0003314	182.41	204805.44	195392.81	204726.01	195402.07
08/10/2022	CP+5% E.S	7	170.55	68.22	10.08	0.0003341	182.41	204615.62	195889.59		
08/10/2022	CP+5% E.S	7	168.87	67.55	10.55	0.0003284	182.41	204756.96	194923.82		
15/10/2022	CP+5% E.S	14	191.93	76.77	13.52	0.0003527	182.41	208954.73	207809.83	208959.40	207904.95
15/10/2022	CP+5% E.S	14	190.82	76.33	13.68	0.0003498	182.41	208956.22	207203.82		
15/10/2022	CP+5% E.S	14	193.58	77.43	13.77	0.0003546	182.41	208967.25	208701.21		
29/10/2022	CP+5% E.S	28	225.31	90.12	15.46	0.0003806	182.41	225844.75	225155.02	224664.85	226942.88
29/10/2022	CP+5% E.S	28	232.17	92.87	15.08	0.0003964	182.41	224518.46	228554.68		
29/10/2022	CP+5% E.S	28	229.26	91.70	16.20	0.0003876	182.41	223631.34	227118.95		

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Segundo A. Carranza Mejía*  
 INGENIERO DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino B. Fernández*  
 INGENIERO DE LABORATORIO  
 REG. 316.1492 / B



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Rusa Lote 1. Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Modulo de elasticidad del concreto  
Referencia normativa : ASTM C-469  
Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido  
Codigo interno : M.E  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Fecha Ensayo	Probeta	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon_u$ unitaria ( $\epsilon_s$ (S <sub>1</sub> ))	Area cm <sup>2</sup>	E <sub>c</sub> Kg/cm2	E <sub>c</sub> -Teorico Kg/cm2	E <sub>c</sub> -Promedio Kg/cm2	E <sub>c</sub> -Teorico Kg/cm2
08/10/2022	CP+10% E.S	7	172.48	68.99	12.71	0.0003087	182.41	217572.01	196995.97	217309.64	197005.16
08/10/2022	CP+10% E.S	7	173.34	69.34	12.53	0.0003122	182.41	216630.75	197488.72		
08/10/2022	CP+10% E.S	7	171.66	68.67	13.10	0.0003052	182.41	217726.18	196530.80		
15/10/2022	CP+10% E.S	14	194.73	77.89	16.31	0.0003241	182.41	224631.82	209317.90	224619.58	209412.36
15/10/2022	CP+10% E.S	14	193.61	77.44	16.48	0.0003211	182.41	224907.77	208716.28		
15/10/2022	CP+10% E.S	14	196.38	78.55	16.57	0.0003263	182.41	224319.16	210202.89		
29/10/2022	CP+10% E.S	28	228.11	91.24	18.25	0.0003599	182.41	235566.37	226547.66	232554.07	228324.67
29/10/2022	CP+10% E.S	28	234.96	93.98	17.88	0.0003784	182.41	231725.36	229926.73		
29/10/2022	CP+10% E.S	28	232.05	92.82	19.34	0.0003690	182.41	230370.49	228499.62		

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Segundo A. Carranza Mejía*  
ENCARGADO DE LABORATORIO SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Bimba Fernández*  
ING. CIVIL REG. 616 189228



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso lote 1. Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)



Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos



948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Modulo de elasticidad del concreto  
Referencia normativa : ASTM C-469  
Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido  
Codigo interno : M.E  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Fecha Ensayo	Probeta	Edad (Días)	$\sigma_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_c$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	e unitaria $e_2 (S_2)$	Area cm <sup>2</sup>	$E_c$ Kg/cm2	$E_{c-Teorico}$ Kg/cm2	$E_{c-Promedio}$ Kg/cm2	$E_{c-Teorico}$ Kg/cm2
08/10/2022	CP+15% E.S	7	168.00	67.20	8.74	0.0003451	182.41	198091.40	194424.57	197932.15	194433.88
08/10/2022	CP+15% E.S	7	168.87	67.55	8.61	0.0003480	182.41	197741.83	194923.82		
08/10/2022	CP+15% E.S	7	167.19	66.88	9.01	0.0003423	182.41	197963.23	193953.24		
15/10/2022	CP+15% E.S	14	190.26	76.10	11.84	0.0003638	182.41	204786.83	206899.70	204360.10	206995.24
15/10/2022	CP+15% E.S	14	189.14	75.66	12.01	0.0003618	182.41	204104.25	206291.03		
15/10/2022	CP+15% E.S	14	191.91	76.76	12.09	0.0003667	182.41	204189.22	207794.99		
29/10/2022	CP+15% E.S	28	219.16	87.66	9.30	0.0004195	182.41	212076.18	222060.46	211415.71	223872.92
29/10/2022	CP+15% E.S	28	226.01	90.41	8.93	0.0004361	182.41	211030.61	225506.77		
29/10/2022	CP+15% E.S	28	223.11	89.24	9.30	0.0004286	182.41	211140.33	224051.52		

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Segundo A. Carranza Mejía*  
SERVICIO DE LABORATORIOS  
SERVICIOS DE LABORATORIOS

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino B. Fernández*  
ING. CIVIL  
REG. 016 180278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo · EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Modulo de elasticidad del concreto  
Referencia normativa : ASTM C-469  
Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido  
Codigo interno : M.E  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Fecha Ensayo	Probeta	Edad (Días)	$\sigma_u$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_u$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_s (S_2)$	Area cm <sup>2</sup>	$E_c$ Kg/cm2	$E_{c-Teorico}$ Kg/cm2	$E_{c-Promedio}$ Kg/cm2	$E_{c-Teorico}$ Kg/cm2
08/10/2022	CP+20% E.S	7	163.53	65.41	4.77	0.0003815	182.41	182893.16	191818.71	182815.96	191828.13
08/10/2022	CP+20% E.S	7	164.39	65.76	4.70	0.0003838	182.41	182902.14	192324.72		
08/10/2022	CP+20% E.S	7	162.72	65.09	4.92	0.0003794	182.41	182652.57	191340.95		
15/10/2022	CP+20% E.S	14	185.78	74.31	7.37	0.0003948	182.41	194167.31	204452.90	193352.82	204549.56
15/10/2022	CP+20% E.S	14	184.66	73.87	7.53	0.0003940	182.41	192828.58	203836.92		
15/10/2022	CP+20% E.S	14	187.43	74.97	7.62	0.0003989	182.41	193062.58	205358.86		
29/10/2022	CP+20% E.S	28	214.69	85.87	4.83	0.0004493	182.41	202962.11	219782.50	203144.26	221613.50
29/10/2022	CP+20% E.S	28	221.54	88.62	4.46	0.0004649	182.41	202839.70	223263.99		
29/10/2022	CP+20% E.S	28	218.63	87.45	4.28	0.0004584	182.41	203630.98	221794.01		

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*[Firma]*  
Secundino A. Carranza Mejía  
SERVIDOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*[Firma]*  
Secundino Bayza Fernández  
ING. CIVIL  
REG. Nº. 169278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a compresión del concreto

Referencia normativa : N.T.P. 339.034:2015

Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido

Codigo interno : R.C

Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Altura	Diametro	Área	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub> promedio
N°		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP + 5% ES	280	02/10/2022	09/10/2022	7	394.40	300.00	150.40	17765.83	226.37	80.85%	225.80
02	CP + 5% ES	280	02/10/2022	09/10/2022	7	392.40	300.00	150.80	17813.11	224.63	80.22%	
03	CP + 5% ES	280	02/10/2022	09/10/2022	7	395.50	300.00	150.80	17860.46	225.80	80.64%	
04	CP + 5% ES	280	02/10/2022	16/10/2022	14	466.50	300.00	150.40	17765.83	267.76	95.63%	266.07
05	CP + 5% ES	280	02/10/2022	16/10/2022	14	465.40	300.00	150.80	17860.46	265.71	94.90%	
06	CP + 5% ES	280	02/10/2022	16/10/2022	14	462.50	300.00	150.80	17813.11	264.76	94.56%	
07	CP + 5% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	518.40	300.00	150.90	17894.15	295.58	105.56%	294.05
08	CP + 5% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	516.40	300.00	151.50	18026.65	292.11	104.32%	
09	CP + 5% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	517.50	300.00	151.20	17955.33	293.89	104.96%	
10	CP + 5% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	518.80	300.00	151.20	17955.33	294.63	105.23%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carrizosa Mejía  
 FOLIO DE REGISTRO  
 CHICLAYO, PERÚ

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Rojas Fernández  
 ING. CIVIL  
 REG. 018 146278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a compresión del concreto  
Referencia normativa : N.T.P. 330.034:2015  
Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido  
Codigo interno : R.C  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Altura	Diametro	Área	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub> promedio
N°		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP + 10% ES	280	02/10/2022	09/10/2022	7	402.40	300.00	150.40	17765.83	230.96	82.40%	230.94
02	CP + 10% ES	280	02/10/2022	09/10/2022	7	405.40	300.00	150.80	17813.11	232.07	82.88%	
03	CP + 10% ES	280	02/10/2022	09/10/2022	7	402.50	300.00	150.80	17860.46	229.80	82.07%	
04	CP + 10% ES	280	02/10/2022	16/10/2022	14	486.50	300.00	150.40	17765.83	279.23	99.73%	277.52
05	CP + 10% ES	280	02/10/2022	16/10/2022	14	485.40	300.00	150.80	17860.46	277.13	98.97%	
06	CP + 10% ES	280	02/10/2022	16/10/2022	14	482.50	300.00	150.80	17813.11	276.20	98.64%	
07	CP + 10% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	528.80	300.00	150.90	17884.15	301.51	107.88%	299.75
08	CP + 10% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	526.20	300.00	151.50	18026.65	297.65	106.30%	
09	CP + 10% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	527.50	300.00	151.20	17955.33	299.57	106.99%	
10	CP + 10% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	528.70	300.00	151.20	17955.33	300.25	107.23%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*[Firma]*  
Secundino A. Carranza Mejía  
ENCARGADO DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*[Firma]*  
Secundino Rojas Fernández  
ENCARGADO DE LABORATORIO  
REG. SUP. 149278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a compresión del concreto  
Referencia normativa : N.T.P. 339.034.2015  
Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido  
Codigo interno : R.C  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Altura	Diametro	Área	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub> promedio
N°		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP + 15% ES	280	02/10/2022	09/10/2022	7	357.60	300.00	150.20	17718.61	205.80	73.50%	206.39
02	CP + 15% ES	280	02/10/2022	09/10/2022	7	358.40	300.00	150.10	17695.03	206.53	73.76%	
03	CP + 15% ES	280	02/10/2022	09/10/2022	7	359.40	300.00	150.20	17718.61	206.83	73.87%	
04	CP + 15% ES	280	02/10/2022	16/10/2022	14	439.50	300.00	150.80	17860.46	250.92	89.81%	251.14
05	CP + 15% ES	280	02/10/2022	16/10/2022	14	441.80	300.00	150.80	17860.46	252.24	90.08%	
06	CP + 15% ES	280	02/10/2022	16/10/2022	14	437.20	300.00	150.60	17813.11	250.27	89.38%	
07	CP + 15% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	495.50	300.00	150.40	17765.83	284.40	101.57%	284.52
08	CP + 15% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	496.40	300.00	150.40	17765.83	284.92	101.76%	
09	CP + 15% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	494.50	300.00	150.20	17718.61	284.58	101.64%	
10	CP + 15% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	496.40	300.00	150.60	17813.11	284.16	101.49%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Segundo A. Carrasco Mejía*  
ENCARGADO DE LABORATORIO  
SERVICIOS DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Efraim Fernández*  
INGENIERO CIVIL  
REG. 019 149278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

**SEMP**  
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a compresión del concreto

Referencia normativa : N.T.P. 339.034:2015

Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido

Codigo interno : R.C

Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Altura	Diametro	Área	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub> promedio
Nº		f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP + 20% ES	280	02/10/2022	09/10/2022	7	318.90	300.00	150.40	17765.83	183.04	85.37%	183.31
02	CP + 20% ES	280	02/10/2022	09/10/2022	7	318.80	300.00	150.20	17718.61	183.47	85.52%	
03	CP + 20% ES	280	02/10/2022	09/10/2022	7	320.40	300.00	150.80	17813.11	183.41	85.50%	
04	CP + 20% ES	280	02/10/2022	16/10/2022	14	402.40	300.00	150.80	17860.46	229.74	82.05%	229.20
05	CP + 20% ES	280	02/10/2022	16/10/2022	14	398.80	300.00	150.80	17860.46	227.69	81.32%	
06	CP + 20% ES	280	02/10/2022	16/10/2022	14	402.10	300.00	150.80	17813.11	230.18	82.21%	
07	CP + 20% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	475.50	300.00	150.40	17765.83	272.92	97.47%	269.11
08	CP + 20% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	465.40	300.00	150.40	17765.83	267.12	95.40%	
09	CP + 20% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	467.70	300.00	150.20	17718.61	269.16	96.13%	
10	CP + 20% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	466.80	300.00	150.80	17813.11	267.22	95.43%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
 Segundo A. Carrasco Mejía  
 INGENIERO DE LABORATORIO  
 REG. OFIC. 139278

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
 Secundino Blasco Fernández  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. OFIC. 139278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a tracción del concreto

Referencia normativa : N.T.P 339.084: 20102

Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido

Codigo interno : R.T

Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Altura	Diametro	Área	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub> promedio
Nº		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP + 5% ES	280	02/10/2022	09/10/2022	7	142.80	300.00	150.60	17813.11	20.49	7.32%	20.34
02	CP + 5% ES	280	02/10/2022	09/10/2022	7	141.40	300.00	150.80	17860.46	20.29	7.25%	
03	CP + 5% ES	280	02/10/2022	09/10/2022	7	141.10	300.00	150.80	17860.46	20.25	7.23%	
04	CP + 5% ES	280	02/10/2022	16/10/2022	14	170.40	300.00	150.80	17860.46	24.45	8.73%	24.49
05	CP + 5% ES	280	02/10/2022	16/10/2022	14	171.40	300.00	150.70	17836.78	24.61	8.79%	
06	CP + 5% ES	280	02/10/2022	16/10/2022	14	170.30	300.00	150.90	17884.15	24.42	8.72%	
07	CP + 5% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	231.50	300.00	150.40	17765.83	33.31	11.90%	33.55
08	CP + 5% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	234.50	300.00	150.40	17765.83	33.74	12.05%	
09	CP + 5% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	232.40	300.00	150.60	17813.11	33.39	11.93%	
10	CP + 5% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	235.50	300.00	150.90	17884.15	33.77	12.06%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Segundo A. Carreras Mejía*  
 INGENIERO CIVIL  
 SERVICIOS DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Segundo Blanca Fernández*  
 INGENIERA CIVIL  
 REG. 578 149278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

**SEMP**  
ASPALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a tracción del concreto

Referencia normativa : N.T.P 339.084: 20102

Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido

Codigo interno : R.T

Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Altura	Diametro	Área	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub>	f'c promedio
N°		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP + 10% ES	280	02/10/2022	09/10/2022	7	152.60	300.00	150.60	17813.11	21.93	7.83%	21.92
02	CP + 10% ES	280	02/10/2022	09/10/2022	7	151.40	300.00	150.80	17860.46	21.73	7.78%	
03	CP + 10% ES	280	02/10/2022	09/10/2022	7	154.10	300.00	150.80	17860.46	22.11	7.90%	
04	CP + 10% ES	280	02/10/2022	16/10/2022	14	186.40	300.00	150.60	17813.11	26.78	9.57%	26.61
05	CP + 10% ES	280	02/10/2022	16/10/2022	14	185.40	300.00	150.80	17860.46	26.60	9.50%	
06	CP + 10% ES	280	02/10/2022	16/10/2022	14	184.40	300.00	150.90	17884.15	26.44	9.44%	
07	CP + 10% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	241.50	300.00	150.40	17765.83	34.75	12.41%	35.21
08	CP + 10% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	244.50	300.00	150.40	17765.83	35.18	12.56%	
09	CP + 10% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	248.40	300.00	150.60	17813.11	35.69	12.75%	
10	CP + 10% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	245.50	300.00	150.90	17884.15	35.20	12.57%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
 Segundo A. Carreras Mejía  
 INGENIERO EN LABORATORIO  
 REG. 078 13881880

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
 Secundino Rojas Fernández  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. 078 139278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a tracción del concreto  
Referencia normativa : N.T.P 339.084: 20102  
Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido  
Codigo interno : R.T  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Altura	Diametro	Área	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub> promedio
N°		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP + 15% ES	280	02/10/2022	09/10/2022	7	130.80	300.00	151.00	17907.88	18.74	6.89%	18.39
02	CP + 15% ES	280	02/10/2022	09/10/2022	7	131.10	300.00	151.10	17931.59	18.77	6.71%	
03	CP + 15% ES	280	02/10/2022	09/10/2022	7	123.40	300.00	151.20	17955.33	17.86	6.31%	
04	CP + 15% ES	280	02/10/2022	16/10/2022	14	158.40	300.00	150.90	17894.15	22.71	8.11%	22.77
05	CP + 15% ES	280	02/10/2022	16/10/2022	14	161.50	300.00	150.80	17860.46	23.17	8.28%	
06	CP + 15% ES	280	02/10/2022	16/10/2022	14	156.50	300.00	151.00	17907.88	22.43	8.01%	
07	CP + 15% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	194.50	300.00	151.20	17955.33	27.84	9.94%	28.07
08	CP + 15% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	196.50	300.00	151.30	17979.09	28.10	10.04%	
09	CP + 15% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	195.40	300.00	151.90	18121.97	27.84	9.94%	
10	CP + 15% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	198.50	300.00	150.70	17836.78	28.50	10.18%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*[Firma]*  
Severino A. Carrasco Mejía  
ENCARGADO DEL LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*[Firma]*  
Severino Barrera Fernández  
ING. CIVIL  
REG. 019 149278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a tracción del concreto  
Referencia normativa : N.T.P 339.084: 20102  
Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido  
Codigo interno : R.T  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Altura	Diametro	Área	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub> promedio
N°		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP + 20% ES	280	02/10/2022	09/10/2022	7	104.40	300.00	150.00	17671.46	15.08	5.38%	14.90
02	CP + 20% ES	280	02/10/2022	09/10/2022	7	103.40	300.00	150.10	17695.03	14.91	5.32%	
03	CP + 20% ES	280	02/10/2022	09/10/2022	7	102.10	300.00	150.10	17695.03	14.72	5.26%	
04	CP + 20% ES	280	02/10/2022	16/10/2022	14	132.10	300.00	150.50	17789.46	18.99	6.78%	18.95
05	CP + 20% ES	280	02/10/2022	16/10/2022	14	130.50	300.00	150.40	17765.83	18.78	6.71%	
06	CP + 20% ES	280	02/10/2022	16/10/2022	14	132.40	300.00	150.20	17718.61	19.07	6.81%	
07	CP + 20% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	155.40	300.00	150.60	17813.11	22.33	7.97%	22.95
08	CP + 20% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	160.80	300.00	150.40	17765.83	23.14	8.26%	
09	CP + 20% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	161.40	300.00	150.70	17836.78	23.18	8.28%	
10	CP + 20% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	161.40	300.00	150.90	17884.15	23.14	8.27%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*[Firma]*  
Sebastián A. Carranza Mejía  
Gerente de Laboratorio  
CHICLAYO - PERÚ  
REG. 019 149278

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*[Firma]*  
Sebastián Rojas Fernández  
Ing. C. V. I.  
REG. 019 149278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1. Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a flexión del concreto  
Referencia normativa : N.T.P 339.084: 20102  
Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido  
Codigo interno : R.F  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Longitud	b	h	MR	MR	MR promedio
Nº		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(cm)	(cm)	(cm)	(Kg/Cm2)	(%)	(Kg/Cm2)
01	CP + 5% ES	280	02/10/2022	09/10/2022	7	18.10	54.00	15.00	15.00	29.53	10.65%	29.86
02	CP + 5% ES	280	02/10/2022	09/10/2022	7	18.50	54.00	15.00	15.00	30.18	10.78%	
03	CP + 5% ES	280	02/10/2022	09/10/2022	7	18.30	54.00	15.00	15.00	29.86	10.66%	
04	CP + 5% ES	280	02/10/2022	16/10/2022	14	24.50	54.00	15.00	15.00	39.97	14.28%	40.30
05	CP + 5% ES	280	02/10/2022	16/10/2022	14	25.00	54.00	15.00	15.00	40.79	14.57%	
06	CP + 5% ES	280	02/10/2022	16/10/2022	14	24.80	54.00	15.00	15.00	40.14	14.33%	
07	CP + 5% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	33.10	54.00	15.00	15.00	54.00	19.29%	54.57
08	CP + 5% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	33.35	54.00	15.00	15.00	54.41	19.43%	
09	CP + 5% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	33.10	54.00	15.00	15.00	54.00	19.29%	
10	CP + 5% ES	280	02/10/2022	31/10/2022	28	34.25	54.00	15.00	15.00	55.88	19.96%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Ing. A. Carrasco Mejía  
ENCARGADO DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Rojas Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CTR. 149278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a flexión del concreto

Referencia normativa : N.T.P 339.084: 20102

Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido

Codigo interno : R.F

Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Longitud	b	h	MR	MR	MR promedio
N°		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(cm)	(cm)	(cm)	(Kg/Cm2)	(%)	(Kg/Cm2)
01	CP + 10% ES	280	02/10/2022	09/10/2022	7	20.10	54.00	15.00	15.00	32.79	11.71%	33.23
02	CP + 10% ES	280	02/10/2022	09/10/2022	7	20.70	54.00	15.00	15.00	33.77	12.06%	
03	CP + 10% ES	280	02/10/2022	09/10/2022	7	20.30	54.00	15.00	15.00	33.12	11.83%	
04	CP + 10% ES	280	02/10/2022	16/10/2022	14	26.10	54.00	15.00	15.00	42.58	15.21%	43.02
05	CP + 10% ES	280	02/10/2022	16/10/2022	14	26.40	54.00	15.00	15.00	43.07	15.38%	
06	CP + 10% ES	280	02/10/2022	16/10/2022	14	26.60	54.00	15.00	15.00	43.40	15.50%	
07	CP + 10% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	35.10	54.00	15.00	15.00	57.27	20.45%	57.59
08	CP + 10% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	34.50	54.00	15.00	15.00	56.29	20.10%	
09	CP + 10% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	35.10	54.00	15.00	15.00	57.27	20.45%	
10	CP + 10% ES	280	02/10/2022	31/10/2022	28	36.50	54.00	15.00	15.00	59.55	21.27%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Segundo A. Carranza Mejía*  
 INGENIERO EN LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Servandino Basca Fernández*  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. OIR. 1149278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a flexión del concreto

Referencia normativa : N.T.P 339.084: 20102

Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido

Codigo interno : R.F

Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Longitud	b	h	MR	MR	MR promedio
N°		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(cm)	(cm)	(cm)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP + 15% ES	280	02/10/2022	09/10/2022	7	16.90	54.00	15.00	15.00	27.57	9.85%	27.79
02	CP + 15% ES	280	02/10/2022	09/10/2022	7	17.80	54.00	15.00	15.00	29.04	10.37%	
03	CP + 15% ES	280	02/10/2022	09/10/2022	7	16.40	54.00	15.00	15.00	26.76	9.56%	
04	CP + 15% ES	280	02/10/2022	16/10/2022	14	21.40	54.00	15.00	15.00	34.91	12.47%	38.29
05	CP + 15% ES	280	02/10/2022	16/10/2022	14	23.50	54.00	15.00	15.00	38.34	13.89%	
06	CP + 15% ES	280	02/10/2022	16/10/2022	14	25.50	54.00	15.00	15.00	41.80	14.86%	
07	CP + 15% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	30.90	54.00	15.00	15.00	50.41	18.00%	52.25
08	CP + 15% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	31.40	54.00	15.00	15.00	51.23	18.30%	
09	CP + 15% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	33.50	54.00	15.00	15.00	54.86	19.52%	
10	CP + 15% ES	280	02/10/2022	31/10/2022	28	32.30	54.00	15.00	15.00	52.70	18.82%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Ing. Jhony A. Carrón Mejía  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CHICLAYO - PERU

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Sr. Sandra Patricia Fernández  
 REG. 010 1142378



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 · 954 131 476 · 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a flexión del concreto  
Referencia normativa : N.T.P 339.084: 20102  
Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido  
Codigo interno : R.F  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Longitud	b	h	MR	MR	MR promedio
Nº		f'c (kg/cm²)	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(cm)	(cm)	(cm)	(Kg/Cm2)	(%)	(Kg/Cm2)
01	CP + 20% ES	280	02/10/2022	09/10/2022	7	13.10	54.00	15.00	15.00	21.37	7.63%	22.08
02	CP + 20% ES	280	02/10/2022	09/10/2022	7	14.00	54.00	15.00	15.00	22.84	8.16%	
03	CP + 20% ES	280	02/10/2022	09/10/2022	7	13.50	54.00	15.00	15.00	22.03	7.87%	
04	CP + 20% ES	280	02/10/2022	16/10/2022	14	19.20	54.00	15.00	15.00	31.33	11.10%	31.22
05	CP + 20% ES	280	02/10/2022	16/10/2022	14	18.40	54.00	15.00	15.00	30.02	10.72%	
06	CP + 20% ES	280	02/10/2022	16/10/2022	14	19.80	54.00	15.00	15.00	32.30	11.54%	
07	CP + 20% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	28.50	54.00	15.00	15.00	48.50	16.61%	45.64
08	CP + 20% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	27.40	54.00	15.00	15.00	44.70	15.97%	
09	CP + 20% ES	280	02/10/2022	30/10/2022	28	27.50	54.00	15.00	15.00	44.87	16.02%	
10	CP + 20% ES	280	02/10/2022	31/10/2022	28	28.50	54.00	15.00	15.00	48.50	16.61%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Reginaldo A. Carrasco Mejía*  
ENCARGADO DE LABORATORIO  
REG. 018 140278

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Balón Fernández*  
ING. CIVIL  
REG. 018 140278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1. Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP ASFALTOS

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Modulo de elasticidad del concreto  
Referencia normativa : ASTM C-469  
Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido  
Codigo interno : M.E  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Fecha Ensayo	Probeta	Edad (Días)	$\sigma_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_c$ ) kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.00050) kg/cm <sup>2</sup>	e unitaria $\epsilon_c (S_c)$	Area cm <sup>2</sup>	$E_c$ kg/cm2	$E_{c\text{-teorico}}$ kg/cm2	$E_{c\text{-Promedio}}$ kg/cm2	$E_{c\text{-teorico}}$ kg/cm2
09/10/2022	CP+5% E.S	7	216.60	86.64	11.795399	0.0004235	182.41	200388.35	220759.21	200428.76	221299.40
09/10/2022	CP+5% E.S	7	215.39	86.16	12.641097	0.0004166	182.41	200544.33	220142.85		
09/10/2022	CP+5% E.S	7	221.01	88.40	12.205479	0.0004303	182.41	200353.61	222996.16		
16/10/2022	CP+5% E.S	14	246.23	98.49	14.860732	0.0004236	182.41	223853.23	235377.73	223446.56	234731.99
16/10/2022	CP+5% E.S	14	242.29	96.91	14.721792	0.0004182	182.41	223254.49	233483.28		
16/10/2022	CP+5% E.S	14	246.14	98.46	14.921084	0.0004242	182.41	223231.97	235334.96		
30/10/2022	CP+5% E.S	28	287.97	115.19	15.234570	0.0004743	182.41	235581.16	254545.28	235708.98	254844.73
30/10/2022	CP+5% E.S	28	290.93	116.37	15.718991	0.0004771	182.41	235695.26	255851.73		
30/10/2022	CP+5% E.S	28	287.05	114.82	15.038399	0.0004731	182.41	235850.50	254137.19		

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Segundo A. Carranza Mejia*  
ENCARGADO DE LABORATORIO SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Pérez Fernández*  
ENCARGADO DE LABORATORIO SUPERVISOR DE LABORATORIO REG. 014 149278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1. Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Modulo de elasticidad del concreto  
Referencia normativa : ASTM C-489  
Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido  
Codigo interno : M.E  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Fecha Ensayo	Probeta	Edad (Días)	$\sigma_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_c$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon_c$ unitaria ( $\epsilon_c (S_c)$ )	Area cm <sup>2</sup>	$E_c$ Kg/cm2	$E_{c-Teorico}$ Kg/cm2	$E_{c-Prmedio}$ Kg/cm2	$E_{c-Teorico}$ Kg/cm2
09/10/2022	CP+10% E.5	7	219.39	87.76	14.591227	0.0004004	182.41	204138.50	222179.41	202859.85	222716.20
09/10/2022	CP+10% E.5	7	218.19	87.27	15.436924	0.0004040	182.41	202924.10	221567.00		
09/10/2022	CP+10% E.5	7	223.81	89.52	15.001306	0.0004198	182.41	201516.96	224402.20		
16/10/2022	CP+10% E.5	14	249.03	99.61	17.656560	0.0004197	182.41	221704.58	236710.24	223325.70	236068.16
16/10/2022	CP+10% E.5	14	245.08	98.03	17.517619	0.0004098	182.41	223785.36	234826.54		
16/10/2022	CP+10% E.5	14	248.94	99.58	17.716912	0.0004147	182.41	224487.17	236667.71		
30/10/2022	CP+10% E.5	28	290.77	116.31	18.030397	0.0004669	182.41	235744.29	255777.95	236276.60	255664.43
30/10/2022	CP+10% E.5	28	293.73	117.49	18.514818	0.0004672	182.41	237235.00	257078.13		
30/10/2022	CP+10% E.5	28	287.05	114.82	15.038399	0.0004731	182.41	235850.50	254137.19		

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
Segundo A. Carranza Mejía  
ENCARGADO DE LABORATORIO  
SERVICIOS DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
  
Berandino Rojas Fernández  
ING. CIVIL  
REG. N.º 159278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Modulo de elasticidad del concreto  
Referencia normativa : ASTM C-469  
Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido  
Codigo interno : M.E  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Fecha Ensayo	Probeta	Edad (Días)	$\sigma_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo 52 (40% $\sigma_c$ ) kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo 51 (0.000050) kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_i (S_i)$	Area cm <sup>2</sup>	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	$E_{c-Teorico}$ Kg/cm <sup>2</sup>	$E_{c-Promedio}$ Kg/cm <sup>2</sup>	$E_{c-Teorico}$ Kg/cm <sup>2</sup>
09/10/2022	CP+15% E.5	7	214.92	85.97	10.117903	0.0004325	182.41	198280.17	219902.68	201690.15	221959.24
09/10/2022	CP+15% E.5	7	222.66	89.06	19.910248	0.0003839	182.41	207104.30	223826.79		
09/10/2022	CP+15% E.5	7	219.33	87.73	10.527983	0.0004366	182.41	199685.99	222148.26		
16/10/2022	CP+15% E.5	14	244.56	97.82	13.183236	0.0004260	182.41	225120.78	234574.59	223525.79	233926.62
16/10/2022	CP+15% E.5	14	240.61	96.24	13.044295	0.0004232	182.41	222947.41	232673.60		
16/10/2022	CP+15% E.5	14	244.47	97.79	13.243588	0.0004300	182.41	222509.18	234531.68		
30/10/2022	CP+15% E.5	28	286.29	114.52	13.557073	0.0004787	182.41	235485.99	253802.81	235643.33	253688.35
30/10/2022	CP+15% E.5	28	289.26	115.70	14.041494	0.0004830	182.41	234805.02	255113.05		
30/10/2022	CP+15% E.5	28	282.57	113.03	10.565075	0.0004830	182.41	236638.97	252149.19		

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*[Signature]*  
Señorita A. Carranza Mejía  
ENCARGADA DE LABORATORIO  
SUPERVISORA DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*[Signature]*  
Secundino Reyes Fernández  
ING. CIVIL  
REG. N.º 149278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1. Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Modulo de elasticidad del concreto  
Referencia normativa : ASTM C-469  
Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido  
Codigo interno : M.E  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Fecha Ensayo	Probeta	Edad (Días)	$\sigma_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_c$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_c (S_c)$	Area cm <sup>2</sup>	$E_c$ Kg/cm2	$E_{c-Teorico}$ Kg/cm2	$E_{c-Promedio}$ Kg/cm2	$E_{c-Teorico}$ Kg/cm2
09/10/2022	CP+20% E.S	7	210.45	84.18	5.644579	0.0004567	182.41	193116.95	217602.14	194230.69	219680.12
09/10/2022	CP+20% E.S	7	218.19	87.27	15.436924	0.0004186	182.41	194881.00	221567.00		
09/10/2022	CP+20% E.S	7	214.86	85.94	6.054659	0.0004603	182.41	194694.14	219871.21		
16/10/2022	CP+20% E.S	14	240.08	96.03	8.709912	0.0004437	182.41	221820.46	232419.32	221557.44	231765.30
16/10/2022	CP+20% E.S	14	236.14	94.45	8.570972	0.0004366	182.41	222167.51	230500.56		
16/10/2022	CP+20% E.S	14	239.99	96.00	8.770264	0.0004453	182.41	220684.36	232376.01		
30/10/2022	CP+20% E.S	28	281.82	112.73	9.083749	0.0004906	182.41	235241.60	251812.16	233941.15	251696.76
30/10/2022	CP+20% E.S	28	284.78	113.91	9.568170	0.0004987	182.41	232545.61	253132.71		
30/10/2022	CP+20% E.S	28	278.10	111.24	6.091751	0.0004993	182.41	234036.23	250145.39		

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE  
SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Segundo A. Carranza Mejía  
ENCARGADO DE LABORATORIO  
SERVICIOS DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Benza Fernández  
ING. CIVIL  
REG. 016.149278



**ANEXO 6.7**

**PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO**

**INCORPORANDO 10 % ESCORIAS**

**SIDERURGICAS Y ESCORIA DE ALUMINIO PARA**

**210 Kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>**

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a compresión del concreto

Referencia normativa : N.T.P. 339.034:2015

Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido

Codigo interno : R.C

Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Altura	Diametro	Área	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub> promedio
N°		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP+ 10% ES + 2%EA	210	01/11/2022	08/11/2022	7	295.30	300.00	150.80	17880.46	168.59	80.28%	168.33
02	CP+ 10% ES + 2%EA	210	01/11/2022	08/11/2022	7	290.40	300.00	150.20	17718.61	167.12	79.58%	
03	CP+ 10% ES + 2%EA	210	01/11/2022	08/11/2022	7	294.50	300.00	150.30	17742.22	169.26	80.60%	
04	CP+ 10% ES + 2%EA	210	01/11/2022	15/11/2022	14	338.70	300.00	150.10	17695.03	194.03	92.39%	195.49
05	CP+ 10% ES + 2%EA	210	01/11/2022	15/11/2022	14	338.50	300.00	149.50	17553.85	196.63	93.64%	
06	CP+ 10% ES + 2%EA	210	01/11/2022	15/11/2022	14	337.10	300.00	149.50	17553.85	195.82	93.25%	
07	CP+ 10% ES + 2%EA	210	01/11/2022	29/11/2022	28	387.90	300.00	150.10	17695.03	223.53	106.44%	223.32
08	CP+ 10% ES + 2%EA	210	01/11/2022	29/11/2022	28	389.40	300.00	150.10	17695.03	224.40	106.86%	
09	CP+ 10% ES + 2%EA	210	01/11/2022	29/11/2022	28	388.40	300.00	150.30	17742.22	223.23	106.30%	
10	CP+ 10% ES + 2%EA	210	01/11/2022	29/11/2022	28	386.50	300.00	150.30	17742.22	222.13	105.78%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo A. Carrasco Mejía  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CHICLAYO - PERU

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo Boris Fernández  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CHICLAYO - PERU



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a compresión del concreto

Referencia normativa : N.T.P. 339.034:2015

Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido

Codigo interno : R.C

Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Altura	Diametro	Área	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub> promedio
Nº		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP+ 10% ES + 4%EA	210	01/11/2022	08/11/2022	7	298.40	300.00	150.20	17718.61	171.73	81.78%	170.89
02	CP+ 10% ES + 4%EA	210	01/11/2022	08/11/2022	7	297.50	300.00	150.30	17742.22	170.98	81.42%	
03	CP+ 10% ES + 4%EA	210	01/11/2022	08/11/2022	7	296.10	300.00	150.40	17765.83	169.95	80.93%	
04	CP+ 10% ES + 4%EA	210	01/11/2022	15/11/2022	14	345.40	300.00	150.60	17813.11	197.72	94.15%	197.82
05	CP+ 10% ES + 4%EA	210	01/11/2022	15/11/2022	14	344.90	300.00	150.50	17789.46	197.70	94.14%	
06	CP+ 10% ES + 4%EA	210	01/11/2022	15/11/2022	14	344.60	300.00	150.30	17742.22	198.05	94.31%	
07	CP+ 10% ES + 4%EA	210	01/11/2022	29/11/2022	28	391.10	300.00	150.20	17718.61	225.08	107.18%	225.06
08	CP+ 10% ES + 4%EA	210	01/11/2022	29/11/2022	28	390.70	300.00	150.40	17765.83	224.25	106.79%	
09	CP+ 10% ES + 4%EA	210	01/11/2022	29/11/2022	28	391.60	300.00	150.10	17695.03	225.66	107.46%	
10	CP+ 10% ES + 4%EA	210	01/11/2022	29/11/2022	28	390.90	300.00	150.10	17695.03	225.26	107.27%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*[Firma]*  
 Segundo A. Coronado Mejía  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. DYC 13927

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*[Firma]*  
 Secundino Barea Fernández  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. DYC 13927



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a compresión del concreto

Referencia normativa : N.T.P. 339.034:2015

Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido

Codigo interno : R.C

Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Altura	Diametro	Área	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub> promedio
N°		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP+ 10% ES + 6%EA	210	01/11/2022	08/11/2022	7	290.30	300.00	151.30	17979.09	164.65	78.40%	165.86
02	CP+ 10% ES + 6%EA	210	01/11/2022	08/11/2022	7	291.40	300.00	151.20	17955.33	165.49	78.80%	
03	CP+ 10% ES + 6%EA	210	01/11/2022	08/11/2022	7	292.50	300.00	150.80	17813.11	167.44	79.73%	
04	CP+ 10% ES + 6%EA	210	01/11/2022	15/11/2022	14	330.10	300.00	150.40	17765.83	189.47	90.22%	189.97
05	CP+ 10% ES + 6%EA	210	01/11/2022	15/11/2022	14	332.50	300.00	150.30	17742.22	191.10	91.00%	
06	CP+ 10% ES + 6%EA	210	01/11/2022	15/11/2022	14	329.90	300.00	150.40	17765.83	189.35	90.17%	
07	CP+ 10% ES + 6%EA	210	01/11/2022	29/11/2022	28	382.90	300.00	150.80	17860.46	218.61	104.10%	218.75
08	CP+ 10% ES + 6%EA	210	01/11/2022	29/11/2022	28	381.40	300.00	150.40	17765.83	218.91	104.24%	
09	CP+ 10% ES + 6%EA	210	01/11/2022	29/11/2022	28	380.40	300.00	150.30	17742.22	218.63	104.11%	
10	CP+ 10% ES + 6%EA	210	01/11/2022	29/11/2022	28	379.80	300.00	150.10	17895.03	218.86	104.22%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino A. Carranza Mejía*  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. 018 154278

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Ortega Fernández*  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. 018 154278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a compresión del concreto

Referencia normativa : N.T.P. 339.034:2015

Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido

Codigo interno : R.C

Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Altura	Diametro	Área	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub> promedio
Nº		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP+ 10% ES + 8%EA	210	01/11/2022	08/11/2022	7	270.30	300.00	150.50	17789.46	154.94	73.78%	155.13
02	CP+ 10% ES + 8%EA	210	01/11/2022	08/11/2022	7	269.40	300.00	150.20	17718.61	155.04	73.83%	
03	CP+ 10% ES + 8%EA	210	01/11/2022	08/11/2022	7	271.50	300.00	150.60	17813.11	155.42	74.01%	
04	CP+ 10% ES + 8%EA	210	01/11/2022	15/11/2022	14	312.10	300.00	150.40	17765.83	179.14	85.30%	179.72
05	CP+ 10% ES + 8%EA	210	01/11/2022	15/11/2022	14	311.50	300.00	150.00	17671.46	179.75	85.59%	
06	CP+ 10% ES + 8%EA	210	01/11/2022	15/11/2022	14	312.40	300.00	150.00	17671.46	180.26	85.84%	
07	CP+ 10% ES + 8%EA	210	01/11/2022	29/11/2022	28	363.90	300.00	150.40	17765.83	208.87	99.46%	208.47
08	CP+ 10% ES + 8%EA	210	01/11/2022	29/11/2022	28	361.40	300.00	150.30	17742.22	207.71	98.91%	
09	CP+ 10% ES + 8%EA	210	01/11/2022	29/11/2022	28	362.40	300.00	150.15	17706.82	208.70	99.38%	
10	CP+ 10% ES + 8%EA	210	01/11/2022	29/11/2022	28	362.50	300.00	150.20	17718.61	208.62	99.34%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*[Firma]*  
 Segundo A. Coronado Mejía  
 Encargado de Laboratorio

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*[Firma]*  
 Secundino Batica Fernández  
 INE C 0011  
 REG. 016 149278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a tracción del concreto

Referencia normativa : N.T.P 339.084: 20102

Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido

Codigo interno : R.T

Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Altura	Diametro	Área	T	T	Tracción promedio
Nº		f'c (kg/cm²)	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(mm)	(mm)	(mm²)	(Kg/Cm²)	(%)	(Kg/Cm²)
01	CP+10% E.S+2% E.A	210	01/11/2022	08/11/2022	7	115.50	300.00	150.20	17718.61	16.64	7.92%	16.63
02	CP+10% E.S+2% E.A	210	01/11/2022	08/11/2022	7	115.40	300.00	150.60	17813.11	16.58	7.90%	
03	CP+10% E.S+2% E.A	210	01/11/2022	08/11/2022	7	116.10	300.00	150.80	17860.46	16.66	7.93%	
04	CP+10% E.S+2% E.A	210	01/11/2022	15/11/2022	14	155.40	300.00	150.10	17695.03	22.40	10.67%	22.22
05	CP+10% E.S+2% E.A	210	01/11/2022	15/11/2022	14	153.50	300.00	150.80	17860.46	22.03	10.49%	
06	CP+10% E.S+2% E.A	210	01/11/2022	15/11/2022	14	154.50	300.00	150.30	17742.22	22.24	10.59%	
07	CP+10% E.S+2% E.A	210	01/11/2022	29/11/2022	28	185.40	300.00	150.40	17765.83	26.67	12.70%	26.53
08	CP+10% E.S+2% E.A	210	01/11/2022	29/11/2022	28	184.40	300.00	150.10	17695.03	26.58	12.66%	
09	CP+10% E.S+2% E.A	210	01/11/2022	29/11/2022	28	183.50	300.00	150.60	17813.11	26.37	12.56%	
10	CP+10% E.S+2% E.A	210	01/11/2022	29/11/2022	28	184.50	300.00	150.60	17813.11	26.51	12.62%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Ing. Oscar A. Carrasco Rojas  
 JEFE DE LABORATORIO  
 SERVICIOS DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Sr. Ricardo Rojas Fernandez  
 ING. CIVIL  
 REG. 018 149278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a tracción del concreto  
Referencia normativa : N.T.P 339.084: 20102  
Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido  
Codigo interno : R.T  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Altura	Diametro	Área	T	T	Tracción promedio
N°		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP+10% E.S+4% E.A	210	01/11/2022	08/11/2022	7	119.50	300.00	150.20	17718.61	17.22	8.20%	17.24
02	CP+10% E.S+4% E.A	210	01/11/2022	08/11/2022	7	120.10	300.00	150.40	17765.83	17.28	8.23%	
03	CP+10% E.S+4% E.A	210	01/11/2022	08/11/2022	7	119.90	300.00	150.70	17836.78	17.22	8.20%	
04	CP+10% E.S+4% E.A	210	01/11/2022	15/11/2022	14	175.50	300.00	150.10	17695.03	25.30	12.05%	25.12
05	CP+10% E.S+4% E.A	210	01/11/2022	15/11/2022	14	173.40	300.00	150.30	17742.22	24.96	11.89%	
06	CP+10% E.S+4% E.A	210	01/11/2022	15/11/2022	14	174.50	300.00	150.40	17765.83	25.11	11.96%	
07	CP+10% E.S+4% E.A	210	01/11/2022	29/11/2022	28	189.40	300.00	150.30	17742.22	27.27	12.98%	27.30
08	CP+10% E.S+4% E.A	210	01/11/2022	29/11/2022	28	188.50	300.00	150.10	17695.03	27.18	12.94%	
09	CP+10% E.S+4% E.A	210	01/11/2022	29/11/2022	28	190.10	300.00	150.40	17765.83	27.35	13.02%	
10	CP+10% E.S+4% E.A	210	01/11/2022	29/11/2022	28	191.00	300.00	150.80	17860.46	27.41	13.05%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo B. Coronado Mejía  
 INGENIERO DE LABORATORIO  
 REG. Nº 1149278

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Segundo B. Coronado Mejía  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. Nº 1149278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a tracción del concreto  
Referencia normativa : N.T.P 339.084: 20102  
Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido  
Codigo interno : R.T  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Altura	Diametro	Área	T	T	Tracción promedio
N°		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP+10% E.S+6% E.A	210	01/11/2022	08/11/2022	7	111.50	300.00	150.90	17884.15	15.99	7.61%	16.09
02	CP+10% E.S+6% E.A	210	01/11/2022	08/11/2022	7	112.10	300.00	150.30	17742.22	16.14	7.69%	
03	CP+10% E.S+6% E.A	210	01/11/2022	08/11/2022	7	112.20	300.00	150.50	17789.46	16.13	7.68%	
04	CP+10% E.S+6% E.A	210	01/11/2022	15/11/2022	14	145.60	300.00	150.10	17695.03	20.99	10.00%	20.81
05	CP+10% E.S+6% E.A	210	01/11/2022	15/11/2022	14	143.30	300.00	150.30	17742.22	20.83	9.82%	
06	CP+10% E.S+6% E.A	210	01/11/2022	15/11/2022	14	144.50	300.00	150.30	17742.22	20.80	9.91%	
07	CP+10% E.S+6% E.A	210	01/11/2022	29/11/2022	28	160.40	300.00	150.30	17742.22	23.09	11.00%	23.09
08	CP+10% E.S+6% E.A	210	01/11/2022	29/11/2022	28	160.50	300.00	150.10	17695.03	23.14	11.02%	
09	CP+10% E.S+6% E.A	210	01/11/2022	29/11/2022	28	160.10	300.00	150.40	17765.83	23.03	10.97%	
10	CP+10% E.S+6% E.A	210	01/11/2022	29/11/2022	28	161.00	300.00	150.80	17860.46	23.10	11.00%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*[Firma]*  
 Segundo A. Carrasco Mejía  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CHICLAYO, 05.10.2022

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*[Firma]*  
 Secundino Rojas Fernández  
 INGENIERO  
 REG. 019 149278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

**SEMP**  
ASFALTOS

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERURGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a tracción del concreto

Referencia normativa : N.T.P 339.084: 20102

Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido

Codigo interno : R.T

Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Altura	Diametro	Área	T	T	Tracción promedio
N°		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP+10% E.S+8% E.A	210	01/11/2022	08/11/2022	7	104.50	300.00	150.40	17765.83	15.04	7.16%	14.87
02	CP+10% E.S+8% E.A	210	01/11/2022	08/11/2022	7	103.10	300.00	150.15	17706.82	14.86	7.08%	
03	CP+10% E.S+8% E.A	210	01/11/2022	08/11/2022	7	102.20	300.00	150.30	17742.22	14.71	7.01%	
04	CP+10% E.S+8% E.A	210	01/11/2022	15/11/2022	14	120.80	300.00	150.00	17671.46	17.40	8.28%	17.69
05	CP+10% E.S+8% E.A	210	01/11/2022	15/11/2022	14	123.30	300.00	150.30	17742.22	17.75	8.45%	
06	CP+10% E.S+8% E.A	210	01/11/2022	15/11/2022	14	124.50	300.00	150.30	17742.22	17.92	8.54%	
07	CP+10% E.S+8% E.A	210	01/11/2022	29/11/2022	28	140.40	300.00	150.20	17718.61	20.23	9.83%	20.23
08	CP+10% E.S+8% E.A	210	01/11/2022	29/11/2022	28	140.50	300.00	150.10	17695.03	20.26	9.85%	
09	CP+10% E.S+8% E.A	210	01/11/2022	29/11/2022	28	140.10	300.00	150.30	17742.22	20.17	9.81%	
10	CP+10% E.S+8% E.A	210	01/11/2022	29/11/2022	28	141.00	300.00	150.50	17789.46	20.27	9.85%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Segundo A. Carreras Mejía*  
SECCION DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Bello Fernández*  
ING. CIVIL  
REG. CTR. 114278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a flexión del concreto  
Referencia normativa : N.T.P 339.084: 20102  
Metodo de muestreo : Concreto en estado fresco  
Codigo interno : R.F  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Longitud	b	h	MR	MR	MR promedio
N°		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(cm)	(cm)	(cm)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	10% E.S + 2% E.A	210	01/11/2022	08/11/2022	7	11.10	54.00	15.00	15.00	18.11	8.62%	18.44
02	10% E.S + 2% E.A	210	01/11/2022	08/11/2022	7	11.40	54.00	15.00	15.00	18.60	8.86%	
03	10% E.S + 2% E.A	210	01/11/2022	08/11/2022	7	11.40	54.00	15.00	15.00	18.60	8.86%	
04	10% E.S + 2% E.A	210	01/11/2022	15/11/2022	14	14.20	54.00	15.00	15.00	23.17	11.03%	23.39
05	10% E.S + 2% E.A	210	01/11/2022	15/11/2022	14	14.40	54.00	15.00	15.00	23.49	11.19%	
06	10% E.S + 2% E.A	210	01/11/2022	15/11/2022	14	14.40	54.00	15.00	15.00	23.49	11.19%	
07	10% E.S + 2% E.A	210	01/11/2022	29/11/2022	28	18.60	54.00	15.00	15.00	30.35	14.45%	30.57
08	10% E.S + 2% E.A	210	01/11/2022	29/11/2022	28	18.70	54.00	15.00	15.00	30.51	14.53%	
09	10% E.S + 2% E.A	210	01/11/2022	29/11/2022	28	18.90	54.00	15.00	15.00	30.84	14.68%	
10	10% E.S + 2% E.A	210	01/11/2022	29/11/2022	28	18.75	54.00	15.00	15.00	30.59	14.57%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*[Firma]*  
 Segundo A. Carrasco Mejía  
 INGENIERO EN INGENIERIA DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*[Firma]*  
 Secundino Burgos Fernández  
 INGENIERO EN INGENIERIA DE LABORATORIO  
 REG. 519.149278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a flexión del concreto

Referencia normativa : N.T.P 339.084: 20102

Metodo de muestreo : Concreto en estado fresco

Codigo interno : R.F

Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Longitud	b	h	MR	MR	MR promedio
Nº		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(cm)	(cm)	(cm)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	10% E.S + 4% E.A	210	01/11/2022	08/11/2022	7	12.10	54.00	15.00	15.00	19.74	9.40%	20.07
02	10% E.S + 4% E.A	210	01/11/2022	08/11/2022	7	12.40	54.00	15.00	15.00	20.23	9.63%	
03	10% E.S + 4% E.A	210	01/11/2022	08/11/2022	7	12.40	54.00	15.00	15.00	20.23	9.63%	
04	10% E.S + 4% E.A	210	01/11/2022	15/11/2022	14	16.10	54.00	15.00	15.00	26.27	12.51%	26.65
05	10% E.S + 4% E.A	210	01/11/2022	15/11/2022	14	16.50	54.00	15.00	15.00	26.92	12.82%	
06	10% E.S + 4% E.A	210	01/11/2022	15/11/2022	14	16.40	54.00	15.00	15.00	26.76	12.74%	
07	10% E.S + 4% E.A	210	01/11/2022	29/11/2022	28	20.60	54.00	15.00	15.00	33.61	16.00%	33.83
08	10% E.S + 4% E.A	210	01/11/2022	29/11/2022	28	20.70	54.00	15.00	15.00	33.77	16.08%	
09	10% E.S + 4% E.A	210	01/11/2022	29/11/2022	28	20.90	54.00	15.00	15.00	34.10	16.24%	
10	10% E.S + 4% E.A	210	01/11/2022	29/11/2022	28	20.75	54.00	15.00	15.00	33.85	16.12%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Segundo A. Carranza Mejia*  
 INGENIERO  
 REG. CTR. 159278

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Baya Fernández*  
 INGENIERO  
 REG. CTR. 159278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a flexión del concreto  
Referencia normativa : N.T.P 339.084: 20102  
Metodo de muestreo : Concreto en estado fresco  
Codigo interno : R.F  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Longitud	b	h	MR	MR	MR promedio
N°		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(cm)	(cm)	(cm)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	10% E.S + 6% E.A	210	01/11/2022	08/11/2022	7	10.50	54.00	15.00	15.00	17.13	8.16%	17.13
02	10% E.S + 6% E.A	210	01/11/2022	08/11/2022	7	10.60	54.00	15.00	15.00	17.29	8.24%	
03	10% E.S + 6% E.A	210	01/11/2022	08/11/2022	7	10.40	54.00	15.00	15.00	16.97	8.08%	
04	10% E.S + 6% E.A	210	01/11/2022	15/11/2022	14	14.15	54.00	15.00	15.00	23.09	10.99%	22.81
05	10% E.S + 6% E.A	210	01/11/2022	15/11/2022	14	14.00	54.00	15.00	15.00	22.84	10.88%	
06	10% E.S + 6% E.A	210	01/11/2022	15/11/2022	14	13.80	54.00	15.00	15.00	22.51	10.72%	
07	10% E.S + 6% E.A	210	01/11/2022	29/11/2022	28	18.20	54.00	15.00	15.00	29.69	14.14%	29.73
08	10% E.S + 6% E.A	210	01/11/2022	29/11/2022	28	18.30	54.00	15.00	15.00	29.86	14.22%	
09	10% E.S + 6% E.A	210	01/11/2022	29/11/2022	28	18.15	54.00	15.00	15.00	29.61	14.10%	
10	10% E.S + 6% E.A	210	01/11/2022	29/11/2022	28	18.25	54.00	15.00	15.00	29.78	14.18%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*[Firma]*  
 Gerardo A. Carranza Mejía  
 Gerente de Laboratorio  
 CHICLAYO - PERÚ

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*[Firma]*  
 Secundino Bares Fernández  
 Ing. Civil  
 REG. 019 159278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a flexión del concreto  
Referencia normativa : N.T.P 339.084; 20102  
Metodo de muestreo : Concreto en estado fresco  
Codigo interno : R.F  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Longitud	b	h	MR	MR	MR promedio
Nº		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(cm)	(cm)	(cm)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	10% E.S + 8% E.A	210	01/11/2022	08/11/2022	7	9.20	54.00	15.00	15.00	15.01	7.15%	15.12
02	10% E.S + 8% E.A	210	01/11/2022	08/11/2022	7	9.35	54.00	15.00	15.00	15.25	7.26%	
03	10% E.S + 8% E.A	210	01/11/2022	08/11/2022	7	9.25	54.00	15.00	15.00	15.09	7.19%	
04	10% E.S + 8% E.A	210	01/11/2022	15/11/2022	14	12.15	54.00	15.00	15.00	19.82	9.44%	19.55
05	10% E.S + 8% E.A	210	01/11/2022	15/11/2022	14	11.89	54.00	15.00	15.00	19.40	9.24%	
06	10% E.S + 8% E.A	210	01/11/2022	15/11/2022	14	11.90	54.00	15.00	15.00	19.42	9.25%	
07	10% E.S + 8% E.A	210	01/11/2022	29/11/2022	28	16.30	54.00	15.00	15.00	26.59	12.66%	26.53
08	10% E.S + 8% E.A	210	01/11/2022	29/11/2022	28	16.15	54.00	15.00	15.00	26.35	12.55%	
09	10% E.S + 8% E.A	210	01/11/2022	29/11/2022	28	16.20	54.00	15.00	15.00	26.43	12.59%	
10	10% E.S + 8% E.A	210	01/11/2022	29/11/2022	28	16.40	54.00	15.00	15.00	26.76	12.74%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Segundo A. Carranza Mejía*  
INGENIERO DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Rojas Fernández*  
INGENIERO CIVIL  
REG. 018 164278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Modulo de elasticidad del concreto  
Referencia normativa : ASTM C-469  
Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido  
Codigo interno : M.E  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Fecha Ensayo	Probeta	Edad (Días)	$\sigma_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_c$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_s (S_1)$	Area cm <sup>2</sup>	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	$E_{c-Teorico}$ Kg/cm <sup>2</sup>	$E_{c-Promedio}$ Kg/cm <sup>2</sup>	$E_{c-Teorico}$ Kg/cm <sup>2</sup>
08/11/2022	10% E.S+2%E.A	7	173.04	69.21	13.21	0.0003041	182.41	220399.95	197315.04		
08/11/2022	10% E.S+2%E.A	7	173.90	69.56	13.01	0.0003078	182.41	219360.55	197806.99	220122.87	197324.22
08/11/2022	10% E.S+2%E.A	7	172.22	68.89	13.62	0.0003006	182.41	220608.11	196850.62		
17/11/2022	10% E.S+2%E.A	14	195.29	78.12	16.87	0.0003194	182.41	227285.82	209618.22		
17/11/2022	10% E.S+2%E.A	14	194.17	77.67	17.04	0.0003165	182.41	227534.60	209017.46	227129.62	209712.54
17/11/2022	10% E.S+2%E.A	14	196.94	78.78	17.13	0.0003221	182.41	226568.42	210501.95		
01/12/2022	10% E.S+2%E.A	28	228.67	91.47	18.81	0.0003561	182.41	237338.37	226825.16		
01/12/2022	10% E.S+2%E.A	28	235.52	94.21	18.44	0.0003748	182.41	233262.66	230200.16	234138.32	228600.03
01/12/2022	10% E.S+2%E.A	28	232.61	93.05	19.96	0.0003653	182.41	231813.92	228774.76		

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Segundo A. Carranza Mejía*  
OFICINA DE LABORATORIO SUPERVISOR DE LAB. FUND.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Servandino Rojas Fernández*  
ING. CIVIL REG. C.A. 159278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1. Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Modulo de elasticidad del concreto  
Referencia normativa : ASTM C-469  
Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido  
Codigo interno : M.E  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Fecha Ensayo	Probeta	Edad (Dias)	$\sigma_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_c$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_c (S_c)$	Area cm <sup>2</sup>	$E_c$ Kg/cm2	$E_{c-Teorico}$ Kg/cm2	$E_{c-Promedio}$ Kg/cm2	$E_{c-Teorico}$ Kg/cm2
08/11/2022	10% E.5+4%E.A	7	173.60	69.44	13.70	0.0002996	182.41	223331.13	197633.59	223038.88	197642.76
08/11/2022	10% E.5+4%E.A	7	174.46	69.78	13.50	0.0003033	182.41	222186.75	198124.75		
08/11/2022	10% E.5+4%E.A	7	172.78	69.11	14.13	0.0002959	182.41	223598.75	197169.93		
17/11/2022	10% E.5+4%E.A	14	195.85	78.34	17.43	0.0003148	182.41	230033.58	209918.10	230434.99	210012.29
17/11/2022	10% E.5+4%E.A	14	194.73	77.89	17.80	0.0003119	182.41	230253.80	209318.20		
17/11/2022	10% E.5+4%E.A	14	197.50	79.00	17.89	0.0003154	182.41	231017.80	210800.57		
01/12/2022	10% E.5+4%E.A	28	229.22	91.69	19.37	0.0003586	182.41	234352.36	227102.33	234159.56	228875.05
01/12/2022	10% E.5+4%E.A	28	236.08	94.43	19.00	0.0003712	182.41	234834.44	230473.26		
01/12/2022	10% E.5+4%E.A	28	233.17	93.27	20.59	0.0003615	182.41	233291.89	229049.56		

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Segundo A. Carranza Mejia*  
ENCARGADO DE LABORATORIO  
SERVICIOS DE LABORATORIOS

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Segundo Barrera Fernández*  
ING. CIVIL  
REG. OIA 160278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Modulo de elasticidad del concreto  
Referencia normativa : ASTM C-469  
Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido  
Codigo interno : M.E  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Fecha Ensayo	Probeta	Edad (Días)	$\sigma_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_c$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_s (S_c)$	Area cm <sup>2</sup>	$E_c$ Kg/cm2	$E_{c-Teorico}$ Kg/cm2	$E_{c-Promedio}$ Kg/cm2	$E_{c-Teorico}$ Kg/cm2
08/11/2022	10% E.S+6%E.A	7	172.76	69.10	12.96	0.0003064	182.41	218973.42	197155.57		
08/11/2022	10% E.S+6%E.A	7	172.78	69.11	12.04	0.0003167	182.41	213992.49	197169.93	215971.01	196845.32
08/11/2022	10% E.S+6%E.A	7	171.10	68.44	12.59	0.0003098	182.41	214947.13	196210.46		
17/11/2022	10% E.S+6%E.A	14	194.17	77.67	15.76	0.0003288	182.41	222066.87	209017.16		
17/11/2022	10% E.S+6%E.A	14	193.05	77.22	15.92	0.0003257	182.41	222368.68	208414.67	222801.31	209111.75
17/11/2022	10% E.S+6%E.A	14	195.82	78.33	16.01	0.0003282	182.41	223968.39	209903.42		
01/12/2022	10% E.S+6%E.A	28	227.55	91.02	17.69	0.0003694	182.41	229573.30	226269.82		
01/12/2022	10% E.S+6%E.A	28	234.40	93.76	17.32	0.0003820	182.41	230221.42	229652.97	229585.04	228048.98
01/12/2022	10% E.S+6%E.A	28	231.49	92.60	18.71	0.0003727	182.41	228960.39	228224.16		

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Sergio A. Coronado Mejía  
SERVIDOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Rivas Fernández  
ING. CIVIL  
REG. C.R. 149278



## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com)

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Modulo de elasticidad del concreto  
 Referencia normativa : ASTM C-489  
 Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido  
 Codigo interno : M.E  
 Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Fecha Ensayo	Probeta	Edad (Días)	$\sigma_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_c$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_c (S_c)$	Area cm <sup>2</sup>	$E_c$ Kg/cm2	$E_{c-Teorico}$ Kg/cm2	$E_{c-Promedio}$ Kg/cm2	$E_{c-Teorico}$ Kg/cm2
08/11/2022	10% E.S+8%E.A	7	171.08	68.43	11.47	0.0003260	182.41	206374.51	196196.03		
08/11/2022	10% E.S+8%E.A	7	171.10	68.44	10.57	0.0003301	182.41	206583.17	196210.46	206710.90	195884.25
08/11/2022	10% E.S+8%E.A	7	169.43	67.77	11.06	0.0003237	182.41	207175.02	195246.27		
17/11/2022	10% E.S+8%E.A	14	192.49	77.00	14.08	0.0003428	182.41	214863.61	208112.32		
17/11/2022	10% E.S+8%E.A	14	191.37	76.55	14.24	0.0003395	182.41	215235.97	207507.20	215880.33	208207.31
17/11/2022	10% E.S+8%E.A	14	194.14	77.66	14.33	0.0003411	182.41	217541.41	209002.41		
01/12/2022	10% E.S+8%E.A	28	225.87	90.35	16.01	0.0003802	182.41	225107.09	225434.23		
01/12/2022	10% E.S+8%E.A	28	232.72	93.09	15.64	0.0003928	182.41	225899.25	228829.74	225308.44	227219.91
01/12/2022	10% E.S+8%E.A	28	229.82	91.93	16.83	0.0003839	182.41	224918.99	227395.75		

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Regulado A. Carranza Mejía  
 Oficina de Laboratorio  
 SERVICIOS DE LABORATORIOS

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Baza Fernández  
 ING. CIVIL  
 REG. C.R. 160278



**ANEXO 6.8**  
**PROPIEDADES MECÁNICAS DEL COCNRETO**  
**INCORPROANDO 10 % ES CON ESCORIA DE**  
**ALUMINIO**

# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a compresión del concreto

Referencia normativa : N.T.P. 339.034:2015

Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido

Codigo interno : R.C

Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Altura	Diametro	Área	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub> promedio
N°		f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP+ 10% ES + 2%EA	280	01/11/2022	08/11/2022	7	395.40	300.00	150.40	17785.83	226.95	81.05%	226.66
02	CP+ 10% ES + 2%EA	280	01/11/2022	08/11/2022	7	394.80	300.00	150.30	17742.22	226.90	81.04%	
03	CP+ 10% ES + 2%EA	280	01/11/2022	08/11/2022	7	394.50	300.00	150.50	17789.46	226.13	80.76%	
04	CP+ 10% ES + 2%EA	280	01/11/2022	15/11/2022	14	455.80	300.00	150.50	17789.46	261.27	93.31%	261.63
05	CP+ 10% ES + 2%EA	280	01/11/2022	15/11/2022	14	458.40	300.00	150.60	17813.11	262.41	93.72%	
06	CP+ 10% ES + 2%EA	280	01/11/2022	15/11/2022	14	456.90	300.00	150.70	17836.78	261.20	93.29%	
07	CP+ 10% ES + 2%EA	280	01/11/2022	29/11/2022	28	516.30	300.00	150.80	17880.46	294.77	105.27%	295.24
08	CP+ 10% ES + 2%EA	280	01/11/2022	29/11/2022	28	517.20	300.00	150.70	17836.78	295.67	105.60%	
09	CP+ 10% ES + 2%EA	280	01/11/2022	29/11/2022	28	516.10	300.00	150.50	17789.46	295.83	105.65%	
10	CP+ 10% ES + 2%EA	280	01/11/2022	29/11/2022	28	515.50	300.00	150.70	17836.78	294.70	105.25%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Segundo A. Carranza Mejía  
FONDO DE INVERSIÓN  
SERVICIOS DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Rojas Fernández  
ING. CIVIL  
REG. CTR. 149278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a compresión del concreto  
Referencia normativa : N.T.P. 339.034:2015  
Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido  
Codigo interno : R.C  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Altura	Diametro	Área	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub> promedio
N°		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP+ 10% ES + 4%EA	280	01/11/2022	08/11/2022	7	399.40	300.00	150.40	17765.83	229.24	81.87%	228.87
02	CP+ 10% ES + 4%EA	280	01/11/2022	08/11/2022	7	398.80	300.00	150.50	17789.46	228.59	81.64%	
03	CP+ 10% ES + 4%EA	280	01/11/2022	08/11/2022	7	399.10	300.00	150.50	17789.46	228.77	81.70%	
04	CP+ 10% ES + 4%EA	280	01/11/2022	15/11/2022	14	485.80	300.00	150.50	17789.46	267.00	95.38%	267.68
05	CP+ 10% ES + 4%EA	280	01/11/2022	15/11/2022	14	488.65	300.00	150.50	17789.46	268.63	95.94%	
06	CP+ 10% ES + 4%EA	280	01/11/2022	15/11/2022	14	486.80	300.00	150.55	17801.29	267.39	95.50%	
07	CP+ 10% ES + 4%EA	280	01/11/2022	29/11/2022	28	520.30	300.00	150.60	17813.11	297.84	106.37%	297.53
08	CP+ 10% ES + 4%EA	280	01/11/2022	29/11/2022	28	521.20	300.00	150.70	17836.78	297.96	106.41%	
09	CP+ 10% ES + 4%EA	280	01/11/2022	29/11/2022	28	520.10	300.00	150.90	17884.15	296.55	105.91%	
10	CP+ 10% ES + 4%EA	280	01/11/2022	29/11/2022	28	520.50	300.00	150.65	17824.94	297.76	106.34%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*[Handwritten Signature]*  
Segundo A. Carranza Mejía  
ENCARGADO DEL LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*[Handwritten Signature]*  
Secundino Barea Fernández  
ING. CIVIL  
REG. 219.189278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a compresión del concreto

Referencia normativa : N.T.P. 339.034:2015

Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido

Codigo interno : R.C

Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Altura	Diametro	Área	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub>	f'c promedio
N°		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP+ 10% ES + 6%EA	280	01/11/2022	08/11/2022	7	382.40	300.00	150.40	17785.83	219.48	78.39%	218.70
02	CP+ 10% ES + 6%EA	280	01/11/2022	08/11/2022	7	381.35	300.00	150.50	17789.46	218.59	78.07%	
03	CP+ 10% ES + 6%EA	280	01/11/2022	08/11/2022	7	380.85	300.00	150.80	17813.11	218.02	77.86%	
04	CP+ 10% ES + 6%EA	280	01/11/2022	15/11/2022	14	445.67	300.00	150.50	17789.46	255.46	91.24%	255.35
05	CP+ 10% ES + 6%EA	280	01/11/2022	15/11/2022	14	446.15	300.00	150.50	17789.46	255.74	91.33%	
06	CP+ 10% ES + 6%EA	280	01/11/2022	15/11/2022	14	444.90	300.00	150.55	17801.29	254.85	91.02%	
07	CP+ 10% ES + 6%EA	280	01/11/2022	29/11/2022	28	505.30	300.00	150.80	17813.11	289.28	103.31%	290.28
08	CP+ 10% ES + 6%EA	280	01/11/2022	29/11/2022	28	506.20	300.00	150.50	17789.46	290.16	103.63%	
09	CP+ 10% ES + 6%EA	280	01/11/2022	29/11/2022	28	505.10	300.00	150.15	17706.82	290.88	103.88%	
10	CP+ 10% ES + 6%EA	280	01/11/2022	29/11/2022	28	504.70	300.00	150.10	17695.03	290.84	103.87%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Deposition A. Carranza Mejía  
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Bata Fernández  
 ING. CIVIL  
 N.E.G. 018. 149278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a compresión del concreto  
Referencia normativa : N.T.P. 339.034:2015  
Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido  
Codigo interno : R.C  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Altura	Diametro	Área	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub> promedio
Nº		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP+ 10% ES + 8%EA	280	01/11/2022	08/11/2022	7	352.40	300.00	150.10	17895.03	203.08	72.53%	203.14
02	CP+ 10% ES + 8%EA	280	01/11/2022	08/11/2022	7	354.35	300.00	150.25	17730.41	203.79	72.78%	
03	CP+ 10% ES + 8%EA	280	01/11/2022	08/11/2022	7	353.85	300.00	150.80	17813.11	202.58	72.34%	
04	CP+ 10% ES + 8%EA	280	01/11/2022	15/11/2022	14	419.50	300.00	150.70	17838.78	239.82	85.85%	241.02
05	CP+ 10% ES + 8%EA	280	01/11/2022	15/11/2022	14	420.20	300.00	150.30	17742.22	241.50	86.25%	
06	CP+ 10% ES + 8%EA	280	01/11/2022	15/11/2022	14	421.15	300.00	150.40	17765.83	241.73	86.33%	
07	CP+ 10% ES + 8%EA	280	01/11/2022	29/11/2022	28	480.20	300.00	150.50	17789.46	275.25	98.30%	275.16
08	CP+ 10% ES + 8%EA	280	01/11/2022	29/11/2022	28	478.30	300.00	150.70	17838.78	273.44	97.66%	
09	CP+ 10% ES + 8%EA	280	01/11/2022	29/11/2022	28	479.10	300.00	150.20	17718.81	275.72	98.47%	
10	CP+ 10% ES + 8%EA	280	01/11/2022	29/11/2022	28	478.70	300.00	150.00	17671.46	276.23	98.65%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*[Firma]*  
**Georgina A. Carrasco Mejía**  
ENCARGADA DE LABORATORIO  
SERVICIOS DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*[Firma]*  
**Secundino Blas Fernández**  
ING. CIVIL  
REG. CTR 149278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a tracción del concreto  
Referencia normativa : N.T.P 339.084: 20102  
Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido  
Codigo interno : R.T  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Altura	Diametro	Área	fc	fc	f'c promedio
Nº		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP+10% ES+2%E.A	280	01/11/2022	08/11/2022	7	165.20	300.00	151.10	17931.59	23.66	8.45%	23.72
02	CP+10% ES+2%E.A	280	01/11/2022	08/11/2022	7	164.50	300.00	150.90	17884.15	23.59	8.42%	
03	CP+10% ES+2%E.A	280	01/11/2022	08/11/2022	7	166.40	300.00	150.50	17789.46	23.93	8.54%	
04	CP+10% ES+2%E.A	280	01/11/2022	15/11/2022	14	192.50	300.00	150.40	17765.83	27.70	9.89%	27.89
05	CP+10% ES+2%E.A	280	01/11/2022	15/11/2022	14	195.90	300.00	150.60	17813.11	28.15	10.05%	
06	CP+10% ES+2%E.A	280	01/11/2022	15/11/2022	14	193.40	300.00	150.40	17765.83	27.83	9.94%	
07	CP+10% ES+2%E.A	280	01/11/2022	29/11/2022	28	228.50	300.00	150.10	17695.03	32.94	11.76%	33.03
08	CP+10% ES+2%E.A	280	01/11/2022	29/11/2022	28	228.60	300.00	150.15	17706.82	32.95	11.77%	
09	CP+10% ES+2%E.A	280	01/11/2022	29/11/2022	28	229.40	300.00	150.10	17695.03	33.07	11.81%	
10	CP+10% ES+2%E.A	280	01/11/2022	29/11/2022	28	230.10	300.00	150.20	17718.61	33.15	11.84%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino A. Carrasco Mejía  
ENCARGADO DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Secundino Barral Fernández  
ING. CIVIL  
REG. 078 149278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a tracción del concreto  
Referencia normativa : N.T.P 339.084: 20102  
Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido  
Codigo interno : R.T  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Altura	Diametro	Área	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub>	f'c promedio
N°		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP+10% ES+4%E.A	280	01/11/2022	08/11/2022	7	185.20	300.00	151.10	17931.59	26.52	9.47%	26.67
02	CP+10% ES+4%E.A	280	01/11/2022	08/11/2022	7	186.20	300.00	150.90	17884.15	26.70	9.54%	
03	CP+10% ES+4%E.A	280	01/11/2022	08/11/2022	7	186.30	300.00	150.50	17789.46	26.79	9.57%	
04	CP+10% ES+4%E.A	280	01/11/2022	15/11/2022	14	212.50	300.00	150.40	17765.83	30.57	10.92%	30.67
05	CP+10% ES+4%E.A	280	01/11/2022	15/11/2022	14	213.70	300.00	150.60	17813.11	30.71	10.97%	
06	CP+10% ES+4%E.A	280	01/11/2022	15/11/2022	14	213.60	300.00	150.40	17765.83	30.73	10.98%	
07	CP+10% ES+4%E.A	280	01/11/2022	29/11/2022	28	248.50	300.00	150.10	17895.03	35.82	12.79%	35.91
08	CP+10% ES+4%E.A	280	01/11/2022	29/11/2022	28	248.80	300.00	150.15	17706.82	35.86	12.81%	
09	CP+10% ES+4%E.A	280	01/11/2022	29/11/2022	28	249.25	300.00	150.10	17895.03	35.93	12.83%	
10	CP+10% ES+4%E.A	280	01/11/2022	29/11/2022	28	250.10	300.00	150.20	17718.61	36.03	12.87%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Segundo A. Carreras Mejía*  
INGENIERO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
SUPERVISOR LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Rivas Fernández*  
INGENIERO CIVIL  
REG. CTR. 149278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a tracción del concreto

Referencia normativa : N.T.P 339.084: 20102

Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido

Codigo interno : R.T

Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Altura	Diametro	Área	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub> promedio
N°		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP+10% ES+8%E.A	280	01/11/2022	08/11/2022	7	165.80	300.00	151.10	17931.59	23.74	8.48%	23.91
02	CP+10% ES+8%E.A	280	01/11/2022	08/11/2022	7	166.80	300.00	150.40	17765.83	23.97	8.56%	
03	CP+10% ES+8%E.A	280	01/11/2022	08/11/2022	7	166.90	300.00	150.30	17742.22	24.03	8.58%	
04	CP+10% ES+8%E.A	280	01/11/2022	15/11/2022	14	195.50	300.00	150.40	17765.83	28.13	10.05%	27.69
05	CP+10% ES+8%E.A	280	01/11/2022	15/11/2022	14	190.40	300.00	150.30	17742.22	27.41	9.79%	
06	CP+10% ES+8%E.A	280	01/11/2022	15/11/2022	14	191.30	300.00	150.30	17742.22	27.54	9.84%	
07	CP+10% ES+8%E.A	280	01/11/2022	29/11/2022	28	207.50	300.00	150.10	17695.03	29.91	10.68%	29.95
08	CP+10% ES+8%E.A	280	01/11/2022	29/11/2022	28	206.80	300.00	150.30	17742.22	29.77	10.63%	
09	CP+10% ES+8%E.A	280	01/11/2022	29/11/2022	28	209.20	300.00	150.10	17695.03	30.16	10.77%	
10	CP+10% ES+8%E.A	280	01/11/2022	29/11/2022	28	208.10	300.00	150.40	17765.83	29.94	10.69%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*[Firma]*  
 Segundo A. Carranza Mejía  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. 018 149278

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*[Firma]*  
 Secundino Rojas Fernández  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. 018 149278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a tracción del concreto

Referencia normativa : N.T.P 339.084: 20102

Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido

Codigo interno : R.T

Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Altura	Diametro	Área	f <sub>c</sub>	f <sub>c</sub>	f'c promedio
Nº		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(mm)	(mm)	(mm <sup>2</sup> )	(Kg/Cm <sup>2</sup> )	(%)	(Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	CP+10% ES+8%E.A	280	01/11/2022	08/11/2022	7	134.50	300.00	151.10	17931.50	19.26	6.88%	19.57
02	CP+10% ES+8%E.A	280	01/11/2022	08/11/2022	7	137.30	300.00	150.40	17785.83	19.75	7.06%	
03	CP+10% ES+8%E.A	280	01/11/2022	08/11/2022	7	136.70	300.00	150.30	17742.22	19.68	7.03%	
04	CP+10% ES+8%E.A	280	01/11/2022	15/11/2022	14	185.50	300.00	150.40	17785.83	23.81	8.50%	23.38
05	CP+10% ES+8%E.A	280	01/11/2022	15/11/2022	14	180.40	300.00	150.30	17742.22	23.09	8.25%	
06	CP+10% ES+8%E.A	280	01/11/2022	15/11/2022	14	181.30	300.00	150.30	17742.22	23.22	8.29%	
07	CP+10% ES+8%E.A	280	01/11/2022	29/11/2022	28	183.50	300.00	150.10	17695.03	26.45	9.45%	26.99
08	CP+10% ES+8%E.A	280	01/11/2022	29/11/2022	28	186.80	300.00	150.30	17742.22	26.89	9.61%	
09	CP+10% ES+8%E.A	280	01/11/2022	29/11/2022	28	189.20	300.00	150.10	17695.03	27.28	9.74%	
10	CP+10% ES+8%E.A	280	01/11/2022	29/11/2022	28	190.10	300.00	150.40	17785.83	27.35	9.77%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino A. Carranza Mejía  
 JEFE DE LABORATORIO  
 SERVICIOS DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 Secundino Briza Fernández  
 ING. CIVIL  
 REG. OTN 149278





# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a flexión del concreto

Referencia normativa : N.T.P 339.084: 20102

Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido

Codigo interno : R.F

Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Longitud	b	h	MR	MR	MR promedio
Nº		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(cm)	(cm)	(cm)	(Kg/Cm2)	(%)	(Kg/Cm2)
01	10% E.S+2% E.A	280	01/11/2022	08/11/2022	7	19.20	54.00	15.00	15.00	31.33	11.19%	31.22
02	10% E.S+2% E.A	280	01/11/2022	08/11/2022	7	19.10	54.00	15.00	15.00	31.16	11.13%	
03	10% E.S+2% E.A	280	01/11/2022	08/11/2022	7	19.10	54.00	15.00	15.00	31.16	11.13%	
04	10% E.S+2% E.A	280	01/11/2022	15/11/2022	14	25.10	54.00	15.00	15.00	40.95	14.63%	40.90
05	10% E.S+2% E.A	280	01/11/2022	15/11/2022	14	25.20	54.00	15.00	15.00	41.11	14.68%	
06	10% E.S+2% E.A	280	01/11/2022	15/11/2022	14	24.90	54.00	15.00	15.00	40.82	14.51%	
07	10% E.S+2% E.A	280	01/11/2022	29/11/2022	28	32.20	54.00	15.00	15.00	52.53	18.76%	52.25
08	10% E.S+2% E.A	280	01/11/2022	29/11/2022	28	32.00	54.00	15.00	15.00	52.21	18.65%	
09	10% E.S+2% E.A	280	01/11/2022	29/11/2022	28	31.80	54.00	15.00	15.00	51.88	18.53%	
10	10% E.S+2% E.A	280	01/11/2022	29/11/2022	28	32.10	54.00	15.00	15.00	52.37	18.70%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Reginaldo A. Carrasco Mejía*  
 INGENIERO DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Severino Barga Fernández*  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. 511 149278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a flexión del concreto  
Referencia normativa : N.T.P 339.084: 20102  
Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido  
Codigo interno : R.F  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Longitud	b	h	MR	MR	MR promedio
N°		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(cm)	(cm)	(cm)	(Kg/Cm2)	(%)	(Kg/Cm2)
01	10% E.S+4% E.A	280	01/11/2022	08/11/2022	7	21.20	54.00	15.00	15.00	34.59	12.35%	34.59
02	10% E.S+4% E.A	280	01/11/2022	08/11/2022	7	21.10	54.00	15.00	15.00	34.43	12.29%	
03	10% E.S+4% E.A	280	01/11/2022	08/11/2022	7	21.30	54.00	15.00	15.00	34.75	12.41%	
04	10% E.S+4% E.A	280	01/11/2022	15/11/2022	14	28.00	54.00	15.00	15.00	45.68	16.32%	46.12
05	10% E.S+4% E.A	280	01/11/2022	15/11/2022	14	28.20	54.00	15.00	15.00	46.01	16.43%	
06	10% E.S+4% E.A	280	01/11/2022	15/11/2022	14	28.60	54.00	15.00	15.00	46.66	16.66%	
07	10% E.S+4% E.A	280	01/11/2022	29/11/2022	28	34.50	54.00	15.00	15.00	56.29	20.10%	56.37
08	10% E.S+4% E.A	280	01/11/2022	29/11/2022	28	34.30	54.00	15.00	15.00	55.96	19.99%	
09	10% E.S+4% E.A	280	01/11/2022	29/11/2022	28	34.60	54.00	15.00	15.00	56.45	20.16%	
10	10% E.S+4% E.A	280	01/11/2022	29/11/2022	28	34.80	54.00	15.00	15.00	56.78	20.28%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Segundo A. Carranza Mejia*  
ENCARGADO DE LABORATORIO  
SERVICIOS DE LABO PERU

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Rojas Fernández*  
ING. CIVIL  
REG. 018 159378



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 · 954 131 476 · 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a flexión del concreto

Referencia normativa : N.T.P 339.084: 20102

Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido

Codigo interno : R.F

Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Longitud	b	h	MR	MR	MR promedio
Nº		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(cm)	(cm)	(cm)	(Kg/Cm2)	(%)	(Kg/Cm2)
01	10% E.S+6% E.A	280	01/11/2022	08/11/2022	7	19.70	54.00	15.00	15.00	32.14	11.48%	32.36
02	10% E.S+6% E.A	280	01/11/2022	08/11/2022	7	19.80	54.00	15.00	15.00	32.30	11.54%	
03	10% E.S+6% E.A	280	01/11/2022	08/11/2022	7	20.00	54.00	15.00	15.00	32.63	11.85%	
04	10% E.S+6% E.A	280	01/11/2022	15/11/2022	14	26.10	54.00	15.00	15.00	42.58	15.21%	42.42
05	10% E.S+6% E.A	280	01/11/2022	15/11/2022	14	26.00	54.00	15.00	15.00	42.42	15.15%	
06	10% E.S+6% E.A	280	01/11/2022	15/11/2022	14	25.90	54.00	15.00	15.00	42.26	15.09%	
07	10% E.S+6% E.A	280	01/11/2022	29/11/2022	28	31.60	54.00	15.00	15.00	51.56	18.41%	51.52
08	10% E.S+6% E.A	280	01/11/2022	29/11/2022	28	31.40	54.00	15.00	15.00	51.23	18.30%	
09	10% E.S+6% E.A	280	01/11/2022	29/11/2022	28	31.80	54.00	15.00	15.00	51.88	18.53%	
10	10% E.S+6% E.A	280	01/11/2022	29/11/2022	28	31.50	54.00	15.00	15.00	51.39	18.35%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino A. Carrasco Mejía*  
 SERVICIO DE LABORATORIOS CHICLAYO - PERÚ

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Boga Fernández*  
 INC. CHICLAYO  
 REG. OTIC 149278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Resistencia a flexión del concreto

Referencia normativa : N.T.P 339.084: 20102

Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido

Codigo interno : R.F

Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Muestra	IDENTIFICACIÓN	Diseño	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad	Carga	Longitud	b	h	MR	MR	MR promedio
N°		f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	(Días)	(Días)	(Días)	(KN)	(cm)	(cm)	(cm)	(Kg/Cm2)	(%)	(Kg/Cm2)
01	10% E.S+8% E.A	280	01/11/2022	08/11/2022	7	17.50	54.00	15.00	15.00	28.55	10.20%	28.28
02	10% E.S+8% E.A	280	01/11/2022	08/11/2022	7	17.20	54.00	15.00	15.00	28.06	10.02%	
03	10% E.S+8% E.A	280	01/11/2022	08/11/2022	7	17.30	54.00	15.00	15.00	28.23	10.08%	
04	10% E.S+8% E.A	280	01/11/2022	15/11/2022	14	22.50	54.00	15.00	15.00	36.71	13.11%	36.71
05	10% E.S+8% E.A	280	01/11/2022	15/11/2022	14	22.60	54.00	15.00	15.00	36.87	13.17%	
06	10% E.S+8% E.A	280	01/11/2022	15/11/2022	14	22.40	54.00	15.00	15.00	36.55	13.05%	
07	10% E.S+8% E.A	280	01/11/2022	29/11/2022	28	28.30	54.00	15.00	15.00	46.17	16.49%	46.17
08	10% E.S+8% E.A	280	01/11/2022	29/11/2022	28	28.20	54.00	15.00	15.00	46.01	16.43%	
09	10% E.S+8% E.A	280	01/11/2022	29/11/2022	28	28.30	54.00	15.00	15.00	46.17	16.49%	
10	10% E.S+8% E.A	280	01/11/2022	29/11/2022	28	28.40	54.00	15.00	15.00	46.34	16.55%	

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Sergio A. Carrasco Mejía*  
 INGENIERO DE LABORATORIO  
 SERVICIOS DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Secundino Bango Fernández*  
 INGENIERO  
 REG. 016 149278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1. Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Modulo de elasticidad del concreto  
 Referencia normativa : ASTM C-489  
 Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido  
 Codigo interno : M.E  
 Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Fecha Ensayo	Probeta	Edad (Días)	$\sigma_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_c$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	e unitaria $\epsilon_1 (S_1)$	Area cm <sup>2</sup>	$E_c$ Kg/cm <sup>2</sup>	$E_{c-Teorico}$ Kg/cm <sup>2</sup>	$E_{c-Promedio}$ Kg/cm <sup>2</sup>	$E_{c-Teorico}$ Kg/cm <sup>2</sup>
08/11/2022	10% E. S+2%E. A	7	219.95	87.98	15.150392	0.0004054	182.41	204926.71	222462.36	203368.27	222998.48
08/11/2022	10% E. S+2%E. A	7	218.75	87.50	15.996090	0.0004015	182.41	203420.48	221850.73		
08/11/2022	10% E. S+2%E. A	7	224.37	89.75	15.560472	0.0004177	182.41	201757.62	224682.35		
16/11/2022	10% E. S+2%E. A	14	249.59	99.84	18.215725	0.0004128	182.41	224991.49	236975.84	224806.10	236334.49
16/11/2022	10% E. S+2%E. A	14	245.64	98.26	18.076785	0.0004069	182.41	224680.65	235094.27		
16/11/2022	10% E. S+2%E. A	14	249.50	99.80	18.276077	0.0004127	182.41	224746.16	236933.36		
01/12/2022	10% E. S+2%E. A	28	291.33	116.53	18.589563	0.0004582	182.41	239908.49	256023.78	239387.13	255910.36
01/12/2022	10% E. S+2%E. A	28	294.29	117.72	19.073984	0.0004634	182.41	238581.70	257322.71		
01/12/2022	10% E. S+2%E. A	28	287.61	115.04	15.597565	0.0004649	182.41	239671.20	254384.60		

44894

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 .....  
 Segundino A. Carrizosa Mejia  
 JEFE DE LABORATORIO SUPERVISOR DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
 .....  
 Segundino Rojas Fernández  
 REG. RIT. 140278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1. Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Modulo de elasticidad del concreto  
Referencia normativa : ASTM C-489  
Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido  
Codigo interno : M.E  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Fecha Ensayo	Probeta	Edad (Días)	$\sigma_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_c$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	e unitaria $\epsilon_s$ (S <sub>1</sub> )	Area cm <sup>2</sup>	E <sub>i</sub> Kg/cm2	E <sub>c-Teorico</sub> Kg/cm2	E <sub>c-Promedio</sub> Kg/cm2	E <sub>c-Teorico</sub> Kg/cm2
08/11/2022	10% E.5+4%E.A	7	221.07	88.43	16.268723	0.0003994	182.41	206543.97	223027.18	204408.70	223561.97
08/11/2022	10% E.5+4%E.A	7	219.86	87.95	17.114421	0.0003965	182.41	204434.83	222417.11		
08/11/2022	10% E.5+4%E.A	7	225.48	90.19	16.678803	0.0004135	182.41	202247.29	225241.61		
16/11/2022	10% E.5+4%E.A	14	251.27	100.51	19.893222	0.0004057	182.41	226622.07	237770.87	226641.87	237131.68
16/11/2022	10% E.5+4%E.A	14	247.32	98.93	19.754281	0.0003999	182.41	226296.01	235895.64		
16/11/2022	10% E.5+4%E.A	14	251.18	100.47	19.953574	0.0004047	182.41	227007.53	237728.53		
01/12/2022	10% E.5+4%E.A	28	293.00	117.20	20.267059	0.0004499	182.41	242376.89	256759.83	242277.23	256646.76
01/12/2022	10% E.5+4%E.A	28	295.97	118.39	20.751480	0.0004529	182.41	242336.19	258055.06		
01/12/2022	10% E.5+4%E.A	28	289.28	115.71	17.275061	0.0004566	182.41	242118.60	255125.38		

44894

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Sigfredo A. Carranza Mejía*  
 JEFE DE LABORATORIO  
 SERVICIOS DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Serandino Rivera Fernández*  
 JEFE DE LABORATORIO  
 REG. DIR. 149278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Modulo de elasticidad del concreto  
Referencia normativa : ASTM C-489  
Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido  
Codigo interno : M.E  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Fecha Ensayo	Probeta	Edad (Días)	$\sigma_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_c$ ) kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_c (S_c)$	Area cm <sup>2</sup>	$E_c$ kg/cm2	$E_{c-Teorico}$ kg/cm2	$E_{c-Promedio}$ kg/cm2	$E_{c-Teorico}$ kg/cm2
08/11/2022	10% E.5+6%E.A	7	218.84	87.53	14.032061	0.0004114	182.41	203363.43	221896.09		
08/11/2022	10% E.5+6%E.A	7	217.63	87.05	14.877759	0.0004065	182.41	202434.73	221282.90	202359.06	222433.56
08/11/2022	10% E.5+6%E.A	7	223.25	89.30	14.442141	0.0004219	182.41	201279.03	224121.70		
16/11/2022	10% E.5+6%E.A	14	249.03	99.61	17.656580	0.0004157	182.41	224095.91	236710.24		
16/11/2022	10% E.5+6%E.A	14	245.08	98.03	17.517619	0.0004064	182.41	225931.58	234826.54	225067.64	236068.16
16/11/2022	10% E.5+6%E.A	14	248.94	99.58	17.716912	0.0004135	182.41	225175.45	236667.71		
01/12/2022	10% E.5+6%E.A	28	290.77	116.31	18.030397	0.0004589	182.41	240341.81	255777.95		
01/12/2022	10% E.5+6%E.A	28	293.73	117.49	18.514818	0.0004610	182.41	240823.68	257078.13	240461.42	255664.43
01/12/2022	10% E.5+6%E.A	28	287.05	114.82	15.038399	0.0004654	182.41	240218.78	254137.19		

44894

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Segundo A. Carranza Mejia*  
 Director de Laboratorio  
 SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
*Bernabino Rojas Fernández*  
 Ing. Civil  
 REG. N.º 149278



# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250

E-mail: [servicios\\_lab@hotmail.com](mailto:servicios_lab@hotmail.com).

Tesis: DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECANICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

Metodo de ensayo : Modulo de elasticidad del concreto  
Referencia normativa : ASTM C-489  
Metodo de muestreo : Concreto en estado endurecido  
Codigo interno : M.E  
Tipo de cemento : Cemento Portland Tipo I

Fecha Ensayo	Probeta	Edad (Días)	$\sigma_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo S2 (40% $\sigma_c$ ) Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm <sup>2</sup>	$\epsilon$ unitaria $\epsilon_c (S_c)$	Area cm <sup>2</sup>	$E_c$ Kg/cm2	$E_{c-Teorico}$ Kg/cm2	$E_{c-Promedio}$ Kg/cm2	$E_{c-Teorico}$ Kg/cm2
08/11/2022	10% E.5+8%E.A	7	216.32	86.53	11.515817	0.0004250	182.41	200029.92	220616.68	200195.34	221157.22
08/11/2022	10% E.5+8%E.A	7	215.11	86.04	12.361514	0.0004178	182.41	200315.29	219999.92		
08/11/2022	10% E.5+8%E.A	7	220.73	88.29	11.925896	0.0004314	182.41	200240.81	222855.06		
16/11/2022	10% E.5+8%E.A	14	246.51	98.61	15.140315	0.0004252	182.41	222446.93	235511.32	222274.31	234865.95
16/11/2022	10% E.5+8%E.A	14	242.57	97.03	15.001375	0.0004198	182.41	221814.33	233617.95		
16/11/2022	10% E.5+8%E.A	14	246.42	98.57	15.200667	0.0004246	182.41	222561.67	235468.58		
01/12/2022	10% E.5+8%E.A	28	288.25	115.30	15.514152	0.0004604	182.41	238468.70	254668.82	238423.99	254554.77
01/12/2022	10% E.5+8%E.A	28	291.21	116.49	15.998573	0.0004718	182.41	238226.25	255974.63		
01/12/2022	10% E.5+8%E.A	28	284.53	113.81	12.522154	0.0004746	182.41	238577.02	253020.86		

44894

Observaciones:

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Señorita A. Carranza Mejía  
Branco de LABORATORIO  
SERVICIOS DE LABORATORIO

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.  
Señorita Rocio Fernández  
REG. DTA 149178



**ANEXO 7**

**DIFRAXIÓN DE RAYOS X (DRX) AL**

**PORCENTAJE CONTENIDO ÓPTIMO DE**

**ESCORIA DE ALUMINIO (10% ES) PARA UNA**

**RESISTENCIA DE 210 kg/cm<sup>2</sup>.**

CAM-DIC-051/2022

## INFORME TÉCNICO

Número Total de Páginas: 2

**SOLICITADO POR** : YORELY MISHELL DIAZ DIAZ.  
**MUESTRA** : 1 Muestra.  
**REALIZADO POR** : Dr. Rolf Grieseler.  
**FECHA DE EMISIÓN:** 14.12.2022.



### I. INTRODUCCIÓN

A pedido del solicitante se realizó el análisis de las fases cristalinas mediante difracción de rayos X (DRX) de la muestra identificada como escoria siderúrgica. El presente informe con tiene el procedimiento empleado para el análisis, así como los resultados del mismo.

### II. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

A partir de la muestra suministrada, el análisis de difracción de rayos X se realizó utilizando el equipo DRX Bruker modelo D8 Discover con radiación de cobre ( $\text{CuK}\alpha = 0.15418 \text{ nm}$ ), corriente de 40 mA y voltaje de aceleración de 40 kV, con un detector Lynxeye con selectividad de energías. El análisis fue realizado en un rango de ángulos ( $2\theta$ ) desde 15 hasta 70 grados en pasos de 0.02 grados El tiempo por paso fue 1s.

Para calcular la composición de las fases cristalinas y la parte amorfa se aplicó el método de Reference Intensity Ratio (RIR). La concentración mínima para este método es 0.1 wt%.

### III. RESULTADOS

En la Figura 1 se presentan los resultados de difracción de rayos X. Mientras, que la Tabla 1 resume los resultados de la composición de fases cristalinas.

### IV. CONCLUSIONES

Con el análisis de difracción de rayos X se evidenció que la muestra analizada consiste principalmente en minerales como cuarzo, albita, pertita, portlandita y calcita, además se observa una fase amorfa que no es posible identificar con la técnica de Difracción de rayos X.

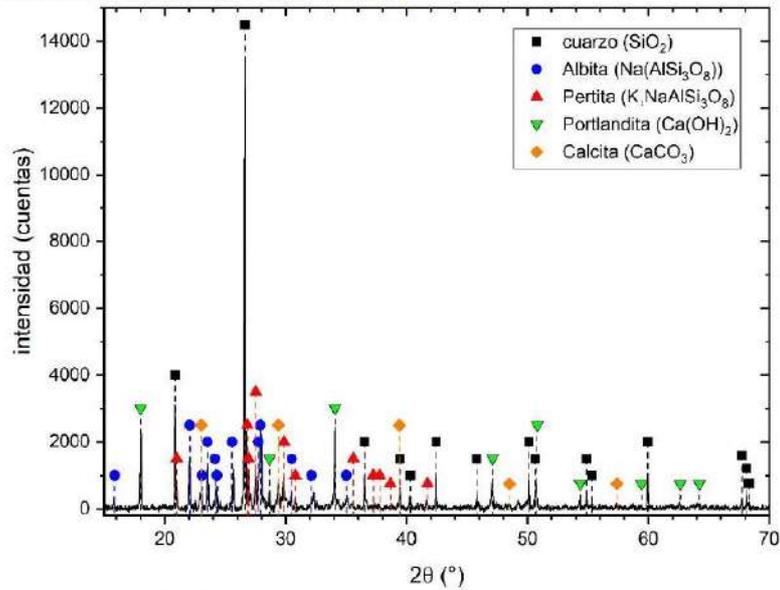


Figura 1. Difractograma de rayos X de la muestra de escoria siderúrgica.

Tabla 1. Concentración de las fases cristalinas de la muestra.

Fase	Fórmula	Según # de la base de datos	Concentración (wt%)
Cuarzo	SiO <sub>2</sub>	46-1045	27.6
Albita	NaAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	89-6427	21.8
Pertita	K,Na AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	83-1895	14.4
Portlandita	CaOH <sub>2</sub>	44-1481	5.5
Calcita	CaCO <sub>3</sub>	05-0586	3.2
Amorfo	---	---	27.5

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ  
Centro de Caracterización de Materiales



Dr. Jorge Andrés Guerra Torres  
Jefe

**ANEXO 8**  
**CALIBRACIÓN DE EQUIPOS UTILIZADOS EN**  
**LOS ENSAYOS**

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Página 1 de 3

N° de Certificado : **1224-MPES-C-2021**

N° de Orden de trabajo : 0471

**1. SOLICITANTE** : **SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**

Dirección : Cal. Juan Pablo II Nro. 682 Urb. Las Brisas Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **BALANZA**

Marca : OHAUS

Modelo : R31P30

Número de Serie : 8339020109

Alcance de Indicación : 30000 g

Division de escala real (d) : 1 g

Division de escala de verificación (e) : 1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : BAL-57 (\*)

Tipo de Indicación : Electrónica

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2021-11-04

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura  $k=2$ . Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95 % determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición".

Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PESATEC PERU S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

Comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones, según:  
Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II (PC - 011 del SNM-INDECOPI, 4ta edición abril 2010).

**4. LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Vicente Russo, Chiclayo 14011

Sello	Fecha de Emisión	Autorizado por
	2021-11-09	 <b>Sandra Jurupe Melgarejo</b> Gerente Técnico

**5. CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura	25,3 °C	25,5 °C
Humedad Relativa	58 %	57 %

**6. TRAZABILIDAD**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Identificación	Certificado de calibración
Patrones de referencia de INACAL-DM	Pesas (Clase de exactitud E2)	ZT-25	LM - C - 264 - 2021
		MP-07	LM-C-299-2021
	Pesas (Clase de exactitud F1)	MP-10	LM-C-300-2021
		MP-11	LM-C-239-2021

**7. OBSERVACIONES**

Para 30000 g la balanza indicó 29995 g. Se ajustó y se procedió a su calibración.  
Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.  
Se colocó una etiqueta con la indicación de "CALIBRADO".  
(\* Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento)

**8. RESULTADOS DE MEDICIÓN**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Temp. (°C)						
	Inicial			Final			
	25,3 °C			25,1 °C			
	Carga L1= 15 000 g			Carga L2= 30 000 g			
	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	
1	15 000	600	-100	30 001	700	800	
2	15 000	600	-100	30 001	800	700	
3	15 000	500	0	30 000	700	-200	
4	15 000	600	-100	30 001	700	800	
5	15 000	500	0	30 001	700	800	
6	15 000	500	0	30 001	700	800	
7	15 000	500	0	30 000	700	-200	
8	15 000	600	-100	30 000	800	-300	
9	15 000	500	0	30 001	800	700	
10	15 000	500	0	30 001	700	800	
Diferencia Máxima				100			1 100
Error máximo permitido	± 2 000 mg			± 3 000 mg			

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1224-MPES-C-2021**

Página 3 de 3



Vista Frontal

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l(g)	ΔL(mg)	E <sub>0</sub> (mg)	Carga (g)	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E <sub>c</sub> (mg)
1	10	10	800	-300	10 000	10 000	800	-300	0
2		10	700	-200		9 999	300	-800	-600
3		10	700	-200		10 000	700	-200	0
4		10	700	-200		10 001	500	1 000	1 200
5		10	800	-300		10 000	700	-200	100
Temp. (°C) Inicial: 25,1 °C Final: 25,3 °C									
Error máximo permitido: ± 2 000 mg									

(\*) valor entre 0 y 10 e

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**) ±(mg)
	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E <sub>c</sub> (mg)	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E <sub>c</sub> (mg)	
10	10	800	-300						
50	50	700	-200	100	50	300	200	500	1 000
200	200	800	-300	0	200	300	200	500	1 000
1 000	1 000	800	-300	0	1 000	300	200	500	1 000
5 000	5 000	600	-100	200	5 000	400	100	400	1 000
10 000	10 000	900	-400	-100	10 000	600	0	300	2 000
15 000	15 000	500	0	300	15 001	800	700	1 000	2 000
20 000	20 000	400	100	400	20 000	200	300	600	2 000
25 000	25 001	700	800	1 100	25 001	800	700	1 000	3 000
28 000	28 001	800	700	1 000	28 001	700	800	1 100	3 000
30 000	30 001	700	800	1 100	30 001	700	800	1 100	3 000

(\*\*) error máximo permitido

**Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada**

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,000023 \times R$$

$$U_R = 2\sqrt{0,45 \text{ g}^2 + 0,000000017 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>c</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

-----  
Fin del certificado de calibración

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Página 1 de 3

N° de Certificado : **1225-MPES-C-2021**

N° de Orden de trabajo : 0471

**1. SOLICITANTE** : **SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.**

Dirección : Cal. Juan Pablo II Nro. 682 Urb. Las Brisas Lambayeque - Chiclayo - Chiclayo

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **BALANZA**

Marca : AND

Modelo : GF-8000

Número de Serie : T0323226

Alcance de Indicación : 8100 g

División de escala real (d) : 0,1 g

División de escala de verificación (e) : 1 g

Procedencia : JAPON

Identificación : BAL-27 (\*)

Tipo de Indicación : Electrónica

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2021-11-04

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura  $k=2$ . Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95 % determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición".

Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PESATEC PERU S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

Comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones, según:  
Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II (PC - 011 del SNM-INDECOP, 4ta edición abril 2010).

**4. LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Vicente Russo, Chiclayo 14011

Sello

Fecha de Emisión

Autorizado por



2021-11-09



**Sandra Jurupe Melgarejo**  
Gerente Técnico

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1225-MPES-C-2021**

Página 2 de 3

**5. CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura	24,7 °C	24,5 °C
Humedad Relativa	59 %	59 %

**6. TRAZABILIDAD**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Identificación	Certificado de calibración
Patrones de referencia de INACAL-DM	Pesas (Clase de exactitud E2)	ZT-25	LM - C - 264 - 2021
		MP-07	LM-C-299-2021

**7. OBSERVACIONES**

Para 7000 g la balanza indicó 6999,7 g. Se ajustó y se procedió a su calibración.  
Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.  
Se colocó una etiqueta con la indicación de "CALIBRADO".  
(\* ) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento

**8. RESULTADOS DE MEDICIÓN**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Carga L1= 4 000,0 g			Carga L2= 8 000,0 g		
	I(g)	ΔL(mg)	E(mg)	I(g)	ΔL(mg)	E(mg)
1	3 999,9	90	-140	8 000,0	70	-20
2	3 999,8	70	-220	8 000,0	60	-10
3	3 999,8	50	-200	8 000,0	60	-10
4	3 999,9	90	-140	8 000,0	60	-10
5	3 999,9	80	-130	8 000,0	50	0
6	3 999,8	80	-230	8 000,0	50	0
7	3 999,9	80	-130	8 000,0	50	0
8	3 999,9	90	-140	8 000,0	60	-10
9	3 999,9	90	-140	8 000,0	50	0
10	3 999,8	80	-230	8 000,0	50	0
Diferencia Máxima			100	20		
Error máximo permitido ±			1 000 mg	± 2 000 mg		



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1225-MPES-C-2021**

Página 3 de 3



Vista Frontal

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l(g)	ΔL(mg)	E <sub>0</sub> (mg)	Carga (g)	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E <sub>c</sub> (mg)
1	2,0	2,0	60	-10	2 500,0	2 499,9	40	-90	-80
2		2,0	40	10		2 500,0	90	-40	-50
3		2,0	50	0		2 500,0	70	-20	-20
4		2,0	50	0		2 499,8	90	-240	-240
5		2,0	60	-10		2 499,7	90	-340	-330

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 1 000 mg

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**) ±(mg)
	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E <sub>c</sub> (mg)	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E <sub>c</sub> (mg)	
2,0	2,0	50	0						
5,0	5,0	60	-10	-10	5,0	60	-10	-10	1 000
20,0	20,0	60	-10	-10	20,0	50	0	0	1 000
500,0	500,0	90	-40	-40	500,0	70	-20	-20	1 000
1 000,0	999,9	30	-80	-80	1 000,0	80	-30	-30	1 000
5 000,0	4 999,8	20	-170	-170	4 999,9	60	-110	-110	1 000
6 000,0	5 999,8	20	-170	-170	5 999,9	60	-110	-110	2 000
7 000,0	6 999,9	40	-90	-90	7 000,0	80	-30	-30	2 000
7 500,0	7 500,0	80	-30	-30	7 500,0	50	0	0	2 000
8 000,0	8 000,0	50	0	0	8 000,1	90	60	60	2 000
8 100,0	8 100,1	90	60	60	8 100,1	90	60	60	2 000

(\*\*) error máximo permitido

**Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada**

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,000012 \times R$$

$$U_R = 2\sqrt{0,0039 \text{ g}^2 + 0,000000011 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>c</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

Fin del certificado de calibración





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

SERVICIOS DE LABORATORIO DE ENSAYO DE SUELOS Y PAVIMENTOS, CALIBRACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SLSP - LT - 007-2022

pág. 1 de 5

Área de Metrología  
LABORATORIO DE TEMPERATURA

- 1.- Expediente : 007  
2.- Cliente : SERVICIOS DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C  
Dirección : Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi).  
3.- Equipo: : HORNO  
Alcance Máximo : 110 °C  
Marca : ALFA  
Modelo : G-030-250  
Numero de serie : MT-010  
Código de Identificación : HOR-05

Descripción	Instrumento de medición
Alcance	0 °C a 110 °C
Div. Escala/Resolución	0.1
Tipo	DIGITAL

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

Servicios de Laboratorio de Suelos y Pavimentos S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

#### 4.- Fecha y lugar de calibración

Fecha de calibración : 20/07/2022  
Lugar de calibración : Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi).

Fecha de Emisión: 21/07/2022

SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Ing. Secundino Burga Fernández  
JEFE DE METROLOGÍA  
REG. Nº 169276

Ing. Secundino Burga Fernández  
Jefe del Laboratorio de Metrología



SERVICIOS DE LABORATORIOS  
DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Jan Carlos Chavesta Reyes  
TÉCNICO DE METROLOGÍA

Jan Carlos Chavesta Reyes  
Técnico de Metrología

Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)  
Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
emp\_calibraciones@hotmail.com  
servicios\_lab@hotmail.com





**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C**

SERVICIOS DE LABORATORIO DE ENSAYO DE SUELOS Y PAVIMENTOS, CALIBRACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
SLSP - LT - 007-2022**

Área de Metrología  
LABORATORIO DE TEMPERATURA

pág. 2 de 5

**5.- Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	19.5 °C	20.0 °C
Humedad	68 % HR	69 % HR

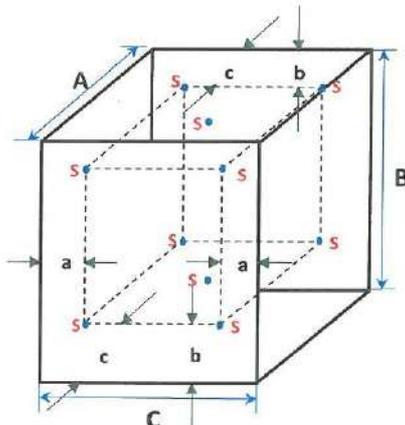
**6.- Método de calibración**

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la calibración de Baños Termostáticos PC-019; 2da edición; abril 2009, del SNM-INDECOPI.

**7.- Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado
PESATEC (LABORATORIO ACREDITADO)	SE UTILIZO TERMOMETRO DE 12 CANALES	0036-TPES-C-2022

**DISTRIBUCION DE LOS SENSORES DENTRO DEL MEDIO ISOTERMO**



Dimensiones internas  
A= 44.00 cm  
B= 100.00 cm  
C= 50.00 cm



● : Sensor de Temperatura  
A,B,C: Dimensiones del volumen interno.  
a,b,c: Aproximadamente 1/10 a 1/4 de ls dimensiones del volumen interno.  
Los sensores S5 y S10 están ubicados aproximadamente en el centro de sus respectivos niveles.





**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C**

SERVICIOS DE LABORATORIO DE ENSAYO DE SUELOS Y PAVIMENTOS, CALIBRACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

Área de Metrología  
LABORATORIO DE TEMPERATURA

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**SLSP - LT - 007-2022**

pág. 3 de 5

**8.- RESULTADOS DE MEDICIÓN**

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN										T prom	Tmax-Tmin
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110.0	112.1	110.9	113.7	113.6	110.8	111.5	108.3	112.1	108.1	108.1	110.9	5.6
2	110.1	112.3	111.0	113.8	114.3	110.5	111.9	108.7	110.4	108.4	108.2	110.9	6.1
4	109.9	112.0	110.8	113.3	114.2	110.3	111.6	109.5	109.8	108.4	107.8	110.8	6.4
6	110.1	112.2	110.8	113.3	114.2	110.3	111.9	108.6	109.9	108.5	108.1	110.8	6.1
8	110.0	112.4	111.1	113.5	114.4	110.4	111.9	108.4	110.4	108.6	108.2	110.9	6.2
10	109.9	112.5	111.2	113.8	114.4	110.6	112.1	108.0	111.2	108.7	108.3	111.1	6.4
12	110.0	112.2	111.0	113.5	114.1	110.2	111.8	108.1	110.9	108.5	108.1	110.8	6.0
14	110.0	112.3	111.1	113.4	114.2	110.0	111.8	108.5	110.3	108.5	108.2	110.8	6.0
16	110.1	112.2	111.0	113.4	114.1	110.2	111.8	107.9	110.6	108.6	108.0	110.8	6.2
18	110.0	112.5	111.2	113.5	114.3	110.3	112.1	107.6	111.3	108.8	108.0	110.9	6.7
20	110.0	112.3	111.1	113.5	114.1	110.2	112.0	107.5	111.0	108.5	108.0	110.8	6.6
22	110.0	112.1	111.0	113.3	114.2	110.1	112.0	108.1	110.5	108.5	107.9	110.8	6.3
24	110.0	112.3	111.0	113.5	114.1	110.3	112.0	107.1	111.4	108.2	107.8	110.8	7.0
26	109.9	112.3	111.0	113.4	114.2	110.3	112.1	107.0	111.4	108.7	107.9	110.8	7.2
28	109.9	112.2	111.0	113.3	114.1	110.3	111.9	106.9	111.5	108.6	107.9	110.8	7.2
30	110.0	112.1	110.8	113.4	113.9	110.5	111.9	106.7	111.9	108.5	107.8	110.7	7.2
32	110.0	112.2	110.9	113.3	113.9	110.3	111.9	106.9	111.3	108.4	107.9	110.7	7.0
34	110.1	112.3	110.9	113.4	114.0	110.2	112.0	107.2	111.4	108.5	108.0	110.8	6.8
36	110.1	112.3	111.0	113.4	114.0	110.4	112.0	106.8	111.7	108.4	107.9	110.8	7.2
38	110.2	112.1	111.0	113.3	114.0	110.3	111.9	107.2	111.2	108.5	108.0	110.7	6.8
40	110.2	112.1	110.8	113.3	114.0	110.0	111.9	107.2	111.1	108.5	107.9	110.7	6.8
42	110.2	112.3	111.1	113.4	114.1	110.6	112.1	107.0	111.9	108.6	108.0	110.9	7.1
44	110.1	112.4	111.2	113.6	114.2	110.4	112.1	107.8	111.4	108.6	108.1	111.0	6.4
46	110.0	112.2	111.0	113.3	114.0	110.1	111.9	107.3	111.4	108.6	108.0	110.8	6.7
48	110.0	112.2	110.9	113.3	114.0	110.2	111.9	107.1	111.2	108.6	107.8	110.7	6.9
50	110.0	112.2	111.0	113.3	114.0	110.5	112.0	107.0	111.8	108.5	107.9	110.8	7.0
52	110.0	112.2	111.1	113.4	114.1	110.4	112.1	106.9	111.6	108.6	107.9	110.8	7.2
54	110.1	112.2	110.9	113.5	114.1	110.6	112.0	106.7	111.8	108.4	107.8	110.8	7.4
56	110.0	112.3	111.1	113.6	114.0	110.7	112.0	106.7	112.3	108.4	107.7	110.9	7.3
58	110.0	112.0	110.7	113.2	113.6	110.2	111.8	106.5	111.6	108.4	107.7	110.6	7.1
60	110.1	111.8	110.6	113.1	113.6	110.0	111.6	106.8	110.9	108.3	107.5	110.4	6.8
T.PROM	110.0	112.2	110.9	113.4	114.0	110.3	111.9	107.5	111.2	108.5	107.9	110.8	
T.MAX	110.2	112.5	111.2	113.8	114.4	110.8	112.1	109.5	112.3	108.8	108.3		
T.MIN	109.9	111.8	110.8	113.1	113.6	110.0	111.5	106.5	109.8	108.1	107.5		
DTT	0.3	0.7	0.6	0.7	0.8	0.8	0.6	3.0	2.5	0.7	0.8		



 Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  
 emp\_calibraciones@hotmail.com  
 servicios\_lab@hotmail.com





**SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C**

SERVICIOS DE LABORATORIO DE ENSAYO DE SUELOS Y PAVIMENTOS, CALIBRACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

Área de Metrología  
LABORATORIO DE TEMPERATURA

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**SLSP - LT - 007-2022**

pág. 4 de 5

PARAMETRO	VALOR °C	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°c)
Maxima temperatura medida	114.4	0.4
Minima temperatura medida	106.5	0.4
Desviación temperatura medida en el tiempo	3.0	0.1
Desviación temperatura medida en el espacio	6.6	0.3
Estabilidad Medida (±)	1.5	0.04
Uniformidad Medida	7.4	0.6

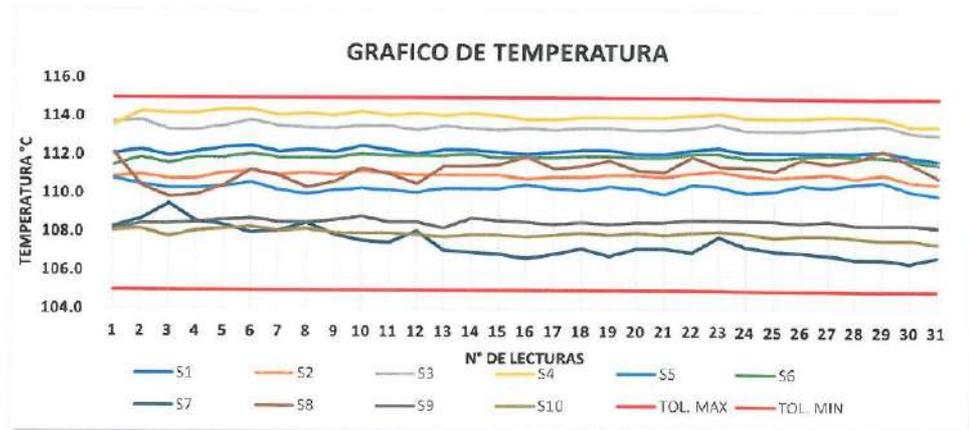
- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- Tprom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para instante dado.
- T.MAX : Temperatura máxima
- T.MIN : Temperatura mínima
- DTT : Desviación de Temperatura en el tiempo

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  DTT.



 Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)  
 Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  emp\_calibraciones@hotmail.com  
 948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250  servicios\_lab@hotmail.com.





## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

SERVICIOS DE LABORATORIO DE ENSAYO DE SUELOS Y PAVIMENTOS, CALIBRACIÓN Y  
MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

Área de Metrología  
LABORATORIO DE TEMPERATURA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
SLSP - LT - 007-2022

pág. 5 de 5

### 9.- Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- El laboratorio no se hace responsable de mala manipulación del equipo.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



Fig. 01: Horno ALFA calibrado



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)  
Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250



emp\_calibraciones@hotmail.com  
servicios\_lab@hotmail.com





# SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C

SERVICIOS DE LABORATORIO DE ENSAYO DE SUELOS Y PAVIMENTOS, CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SLSP - LFT- 005-2022

### Área de Metrología

LABORATORIO DE FRECUENCIA Y TIEMPO

pág. 1 de 3

- 1.- Expediente** : 005  
**2.- Cliente** : SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C  
 Dirección : Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi).  
**3.- Equipo:** : MAQUINA DE ABRASION LOS ANGELES  
 Marca : TAMIEQUIPOS  
 N° de serie : 005  
 Modelo : TM15  
 Alcance : 0 A 9999 VUELTAS  
 Div.de escala : 1 VUELTA  
 Procedencia : COLOMBIA  
 Tipo de control : DIGITAL  
 Cod. Identificación : MAQ-ABR-01

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

Servicios de Laboratorio de Suelos y Pavimentos S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

### 4.- Fecha y lugar de calibración

- Fecha de calibración : 1/08/2022  
 Lugar de calibración : Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

### 5.- Método de calibración

La calibración se realizo por medición directa dela frecuencia (en rpm) utilizando un tacometro digital patrón trazable a los instrumentos de referencia de los laboratorios de la DM - INACAL.

### 6.- Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.6 °C	21.0 °C
Humedad	63 % HR	62 % HR

Fecha de Emisión: 2/08/2022

SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELO Y PAVIMENTOS S.A.C.

Ing. Secundino Burga Fernandez  
JEFE DE METROLOGIA  
REG. CIR. 188978

Ing. Secundino Burga Fernandez  
Jefe del Laboratorio de Metrología



SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELO Y PAVIMENTOS S.A.C.

Jan Carlos Chavesta Reyes  
TECNICO DE METROLOGIA

Jan Carlos Chavesta Reyes  
Técnico de Metrología



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)  
Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos  
948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250



emp\_calibraciones@hotmail.com  
servicios\_lab@hotmail.com.





**7.- Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado
METROIL ( Laboratorio acreditado por INACAL)	TACOMETRO LASER CON UNA INERTIDUMBRE DE 1 RPM	1AFR-0021-2022
METROIL ( Laboratorio acreditado por INACAL)	MEDIDOR DE TEMPERATURA Y HUMEDAD (TERMOHIGRÓMETRO)	1AT-0937-2022
METROIL ( Laboratorio acreditado por INACAL)	PIE DE REY ACCUD DE 300MM	1AD-0468-2022
METROIL ( Laboratorio acreditado por INACAL)	REGLA METÁLICA	1AD-0189-2022
METROIL ( Laboratorio acreditado por INACAL)	BALANZA	SLSP-LM-027-2022

**8.- Resultados de medición**

**Determinación de vuelta/tiempo**

Tiempo (seg)	Indicación del Patrón			Giro de la máquina
	Número de vueltas	Número de vueltas	Número de vueltas	
60	33	32	32	32.3
120	62	63	63	30.3
180	96	94	95	32.3
240	128	127	127	32.3
300	159	160	159	32.0
360	190	190	191	31.0
420	223	223	223	32.7
480	255	255	255	32.0
540	286	286	287	31.3
600	318	319	318	32.0
660	350	350	350	31.7
720	382	382	382	32.0
780	414	414	414	32.0
840	446	446	446	32.0
900	479	478	478	32.3

Nota 1:  
El cilindro del equipo debe girar a una velocidad comprendida entre

30	MINIMO RPM
33	MAXIMO RPM

**Características del tambor**

Longitud interior	511.0 mm
Diámetro interior	712.0 mm

Nota 2:

El rango para la longitud interior del tambor del equipo es de: 

508.0 mm	± 5.0
----------	-------

  
 El rango para el diámetro interior del tambor del equipo es de: 

711.0 mm	± 5.0
----------	-------



**Características de las esferas**

N°	Medición de esferas	
	Diámetro (mm)	Peso (g)
1	46.70	416.00
2	46.60	406.40
3	46.39	405.30
4	46.42	405.10
5	46.40	405.30
6	46.60	414.90
7	46.60	405.30
8	46.60	415.90
9	46.60	405.40
10	46.70	405.40
11	46.50	405.30
12	46.71	405.50
13	46.70	414.90

Nota 3:

El diámetro de las esferas debe oscilar entre:

390g a 445g

El peso de las esferas debe oscilar entre:

46.4mm a 47.6mm

**9.- Incertidumbre**

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $K=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

**10.- Observaciones**

- \* Se adjunta una etiqueta autoadhesiva de la calibración.
- \* El laboratorio no se hace remplazo de una mala manipulación del equipo.



Imagen 1: Máquina de abrasión calibrada.



Av. Vicente Ruso Lote 1, Fundo El Cerrito (Al Costado de la Quinta Arellano - Prolongación Bolognesi)

Servicios de Laboratorios Chiclayo - EMP Asfaltos

948 852 622 - 954 131 476 - 998 928 250



emp\_calibraciones@hotmail.com

servicios\_lab@hotmail.com.



**Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza**

**F-25213-001 R0**

Calibration Certificate - Laboratory of Force

Page / Pág. 1 de 5

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	MÁQUINA ELETRICA DIGITAL PARA ENSAYOS DE CONCRETOS	Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	ELE INTERNACIONAL	
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	DIGITAL ADR	
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	188814762	
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	PC-03	
<b>Capacidad Máxima</b> <i>Maximum Capacity</i>	1000 KN	Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS SOCIEDAD ANONIMA CERRADA	El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	CALJUAN PABLO II NRO. 682 URB. LAS BRISAS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO	The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	CHICLAYO - PERÚ	
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2021 - 12 - 22	
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2022 - 01 - 11	This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	05	The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.
Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.		
Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.		

**Firmas que Autorizan el Certificado**

Signatures Authorizing the Certificate

**Ing. Miguel Andrés Vela Avellaneda**  
Metólogo Laboratorio de Metrología

**Tecg. Francisco Durán Romero**  
Metólogo Laboratorio de Metrología

LM-PC-05-F-01 R12.4

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología | Cl 18 #1038-72 | Pbx: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUARCOMICO



**DATOS TÉCNICOS**

**Máquina de Ensayo Bajo Calibración**

<b>Clase</b>	1,0
<b>Dirección de Carga</b>	Compresión
<b>Tipo de Indicación</b>	Digital
<b>División de Escala</b>	0,1 kN
<b>Resolución</b>	0,1 kN
<b>Intervalo de Medición Calibrado</b>	Del 10 % al 100 % de la carga máxima.
<b>Límite Inferior de la Escala</b>	20 kN

**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN**

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo

**Tabla 1.**  
Indicaciones como se entrega la máquina

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					Promedio
%	kN	S <sub>1</sub> Ascendente kN	S <sub>2</sub> Ascendente kN	S <sub>2</sub> <sup>†</sup> No Aplica ---	S <sub>3</sub> Ascendente kN	S <sub>4</sub> No Aplica ---	S <sub>1,2 y 3</sub> kN
10	100,0	100,84	100,33	---	100,56	---	100,58
20	200,0	199,08	200,41	---	200,25	---	199,91
30	300,0	298,41	299,49	---	299,75	---	299,22
40	400,0	400,64	400,55	---	400,23	---	400,47
50	500,0	501,80	501,41	---	501,25	---	501,42
60	600,0	602,88	602,33	---	601,22	---	602,14
70	700,0	702,10	702,05	---	701,98	---	702,04
80	800,0	804,04	804,45	---	804,23	---	804,24
90	900,0	903,80	903,31	---	903,55	---	903,55
100	1 000,0	1 002,9	1 002,8	---	1 002,8	---	1 002,8

LMPC-05-F-01 R124



**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...**

**Tabla 2.**

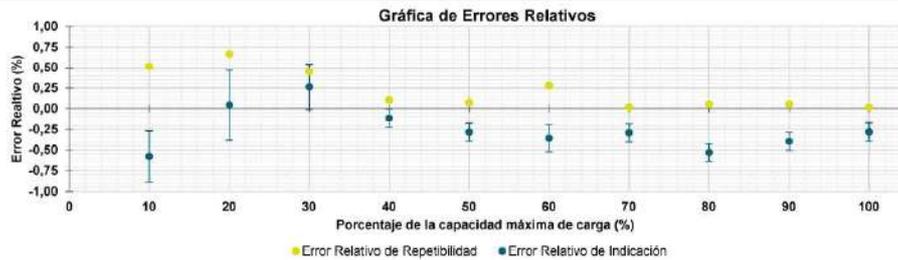
Error relativo de cero,  $f_0$ , calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S2'}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %
0,010	0,020	---	0,010	---

**Tabla 3.**

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo.

Indicación del IBC	Errores Relativos				Resolución Relativa <i>a</i> %	Incertidumbre Expandida <i>U</i>			$k_{p=99\%}$ -----	
	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	<i>v</i> %		<i>q</i> %	<i>b</i> %	<i>U</i> kN		<i>U</i> %
	%	kN	%							
10	100,00	-0,58	0,51	---	0,100	0,31	0,31	2,01		
20	200,00	0,04	0,67	---	0,050	0,85	0,42	2,01		
30	300,00	0,26	0,45	---	0,033	0,83	0,28	2,01		
40	400,00	-0,12	0,10	---	0,025	0,44	0,11	2,01		
50	500,00	-0,28	0,07	---	0,020	0,55	0,11	2,01		
60	600,00	-0,36	0,28	---	0,017	0,99	0,16	2,01		
70	700,00	-0,29	0,02	---	0,014	0,77	0,11	2,01		
80	800,00	-0,53	0,05	---	0,013	0,88	0,11	2,01		
90	900,00	-0,39	0,05	---	0,011	0,99	0,11	2,01		
100	1 000,0	-0,28	0,02	---	0,010	1,1	0,11	2,01		



**CONDICIONES AMBIENTALES**

El lugar de la Calibración fue Laboratorio de la empresa SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C. ubicada en CHICLAYO. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima: 23,0 °C  
Humedad Relativa Máxima: 55 % HR

Temperatura Ambiente Mínima: 22,9 °C  
Humedad Relativa Mínima: 54 % HR

LM-PC-05-F-01 R12.4



**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...**

**Tabla 4.**

Coefficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R<sup>2</sup>, el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	...	R <sup>2</sup>
2,43570 E00	9,75690 E-01	6,16420 E-05	-3,68877 E-08		1,0000 E00

Ecuación 1: donde F (kN) es la fuerza calculada y X (kN) es el valor de deformación evaluado

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

**Tabla 5.**

Valores calculados en función de la fuerza aplicada ( kN )

Indicación kN	0,0	10,0	20,0	30,0	40,0
100,0	100,58	110,46	120,34	130,24	140,14
150,0	150,05	159,97	169,90	179,84	189,79
200,0	199,74	209,71	219,68	229,66	239,64
250,0	249,63	259,63	269,64	279,65	289,67
300,0	299,69	309,72	319,76	329,80	339,85
350,0	349,90	359,95	370,01	380,07	390,14
400,0	400,21	410,29	420,37	430,45	440,53
450,0	450,62	460,71	470,80	480,89	490,98
500,0	501,08	511,18	521,28	531,37	541,47
550,0	551,57	561,67	571,78	581,88	591,97
600,0	602,07	612,17	622,27	632,36	642,46
650,0	652,55	662,64	672,72	682,81	692,89
700,0	702,97	713,05	723,12	733,19	743,25
750,0	753,31	763,37	773,42	783,47	793,51
800,0	803,55	813,58	823,61	833,63	843,65
850,0	853,65	863,66	873,65	883,64	893,62
900,0	903,60	913,56	923,52	933,47	943,41
950,0	953,35	963,27	973,19	983,09	992,99
1 000,0	1 002,9				

**Tabla 6.**

Valores Residuales

Indicación del IBC kN	Promedio S1, 2 y 3 kN	Por Interpolación kN	Residuales kN
100,0	100,58	100,58	0,0
200,0	199,91	199,74	-0,2
300,0	299,22	299,69	0,5
400,0	400,47	400,21	-0,3
500,0	501,42	501,08	-0,3
600,0	602,14	602,07	-0,1
700,0	702,04	702,97	0,9
800,0	804,24	803,55	-0,7
900,0	903,55	903,60	0,0
1 000,0	1 002,8	1 002,9	0,1

LM-PC-05-F-01 R12.4



**INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN**

La Incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la Incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura  $k=2,013$  y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La Incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

**TRAZABILIDAD**

**Instrumento de Referencia**

<b>Instrumento</b>	Transductor de Fuerza de 1 MN.
<b>Modelo</b>	KAL 1MN.
<b>Clase</b>	0,5.
<b>Número de Serie</b>	017403.
<b>Certificado de Calibración</b>	5047 del INM.
<b>Próxima Calibración</b>	2023-02-03.



El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la Calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

**CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO**

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 Metallic materials - Calibration and verification of static uniaxial testing machines - Part 1: Tension/compression testing machines - Calibration and verification of the force-measuring system

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,5

\*El error relativo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

**OBSERVACIONES**

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. ISO 7500-1:2018
3. El cliente autoriza emitir el certificado de calibración y conoce que los puntos por debajo del 20% del límite superior no se obtuvieron de acuerdo a lo establecido en el documento de referencia ISO 7500-1:2018 Numeral 6.4.5. Los resultados en valores discretos de fuerza reportados fueron solicitados y aprobados por el cliente.
4. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-25213-001

Fin del Certificado

LM-PC-05-F-01 R12.4

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl. 18 #103B-72 | PBX: 57 (1) 745 4555 - 3174233640 | labmetrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CCMA-022-2022**

Peticionario : LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L.

Atención : LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W & C E.I.R.L.

Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Ubicado en la Av. Circunvalación s/n. Mz. B. Lt. 1 Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.

Tipo de equipo : Medidor contenido de aire de concreto fresco "Washington"

Capacidad del equipo : 0% - 10% de aire

División de escala : 0,1% de 0% hasta 6%; 0,2% de 6% a 8% y 0,5% de 8% hasta 10%

Marca : ELE - INTERNATIONAL

Capacidad del recipiente : 1/4 de pie cúbico

Modelo : 34-3265

Nº de serie : H190611

Procedencia : USA

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 20,0°C / 72%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 20,0°C / 72%

Método de calibración : Norma ASTM C-231

Patrón de referencia : 02 canister marca ELE - INTERNATIONAL, modelo 34-3267/10, con números de serie 080312 y 070312, certificado de calibración CSA-2026-21 y CSA-2027-21 respectivamente, cada uno de 5% de capacidad con respecto a un volumen de 1/4 de pie cúbico.

Número de páginas : 2

Fecha de calibración : 2022-05-17

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2022-05-23	 Vladimir Tello Torre TÉCNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

**Resultados de medición**
**Con 01 canister (patrón)**

Número de medición	Contenido de aire en el equipo (%)	Promedio contenido de aire en el equipo (%)	Contenido de aire con 01 canister (%)	Error (% de aire)	Incertidumbre K=2
1	5.0	5.0	5.0	0,0	0.1
2	5.0				
3	5.0				

**Con 02 canister (patrón)**

Número de medición	Contenido de aire en el equipo (%)	Promedio contenido de aire en el equipo (%)	Contenido de aire con 02 canister (%)	Error (% de aire)	Incertidumbre K=2
1	10.0	10.0	10.0	0,0	0.1
2	10.0				
3	10.0				

**Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$  y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

**Noías**

El usuario esta obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El cero "0" inicial del cual debe partir la aguja negra del equipo se encuentra indicado con una aguja de color amarillo, los cuales deben estar una sobre la otra al inicio del ensayo.

El equipo se encuentra calibrado.



**ANEXO 9**  
**ANALISIS ESTADISTICO**

**Colegiatura N° 45542**

**Ficha de validación según AIKEN**

**I. Datos generales**

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Montalvan Bernal Walter Javier	Supervisor y consultor	Ensayo de compresión, tracción, flexión y módulo de elasticidad	-Diaz Diaz Yorely Mishell -Rimarachin Vasquez Yuler
<b>Título de la Investigación:</b> Desempeño de las Propiedades Mecánicas y Microestructurales del Concreto Incorporando Escoria Siderúrgica y Escoria de Aluminio.			

**II. Aspectos de validación de cada ítem**

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
1	A	Todo correcto
2	A	Todo correcto
3	A	Todo correcto
4	A	Todo correcto

**III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

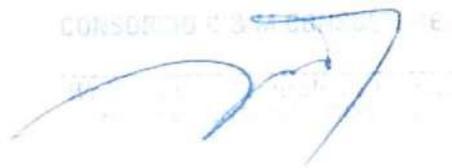
	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
	<b>F'c= 210 Kg/cm<sup>2</sup></b>								
1	Resistencia a compresión	X		X		X		X	
2	Resistencia a tracción	X		X		X		X	
3	Resistencia a flexión	X		X		X		X	
4	Módulo de elasticidad	X		X			X	X	X
	<b>F'c= 280 Kg/cm<sup>2</sup></b>								
1	Resistencia a compresión	X		X		X		X	
2	Resistencia a tracción	X		X		X		X	
3	Resistencia a flexión	X		X		X		X	
4	Módulo de elasticidad	X		X			X	X	X

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir ( ) No aplicable ( )

Apellidos y nombres del juez validador: Montalvan Bernal Walter Javier – Juez 1

Especialidad: Ingeniero civil



**Ficha de validación según AIKEN**

**I. Datos generales**

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Montero Bancas Juan Carlos	Ingeniero residente en Proyecto Especial Chavimochic - Trujillo	Ensayo de compresión, tracción, flexión y módulo de elasticidad	-Diaz Diaz Yorely Mishell -Rimarachin Vasquez Yuler
<b>Título de la Investigación:</b> Desempeño de las Propiedades Mecánicas y Microestructurales del Concreto Incorporando Escoria Siderúrgica y Escoria de Aluminio.			

**II. Aspectos de validación de cada ítem**

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
1	A	Todo correcto
2	A	Todo correcto
3	A	Todo correcto
4	A	Todo correcto

**III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
<b>F'c= 210 Kg/cm<sup>2</sup></b>								
1 Resistencia a compresión	X		X		X		X	
2 Resistencia a tracción	X		X			X	X	
3 Resistencia a flexión	X		X		X		X	
4 Módulo de elasticidad	X		X		X		X	
<b>F'c= 280 Kg/cm<sup>2</sup></b>								
1 Resistencia a compresión	X		X		X		X	
2 Resistencia a tracción	X		X			X	X	
3 Resistencia a flexión	X		X		X		X	
4 Módulo de elasticidad	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir ( ) No aplicable ( )

Apellidos y nombres del juez validador: Montero Bancas Juan Carlos – Juez 2

Especialidad: Ingeniero civil



Juan Carlos Montero Bancas  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 89776

**Colegiatura N° 246904**

**Ficha de validación según AIKEN**

**I. Datos generales**

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Ruiz Perales Miguel Angel	Lab. de concreto, suelos y pavimentos LEMS W&C EIRL	Ensayo de compresión, tracción, flexión y módulo de elasticidad	-Diaz Diaz Yorely Mishell -Rimarachin Vasquez Yuler
<b>Título de la Investigación:</b> Desempeño de las Propiedades Mecánicas y Microestructurales del Concreto Incorporando Escoria Siderúrgica y Escoria de Aluminio.			

**II. Aspectos de validación de cada ítem**

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
1	A	Todo correcto
2	A	Todo correcto
3	A	Todo correcto
4	A	Todo correcto

**III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
	<b>F'c= 210 Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>
1	Resistencia a compresión	X		X		X		X	
2	Resistencia a tracción	X			X		X	X	
3	Resistencia a flexión	X		X		X		X	
4	Módulo de elasticidad	X		X		X		X	
	<b>F'c= 280 Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>	<b>Sí</b>	<b>No</b>
1	Resistencia a compresión	X		X		X		X	
2	Resistencia a tracción	X			X		X	X	
3	Resistencia a flexión	X		X		X		X	
4	Módulo de elasticidad	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir ( ) No aplicable ( )

Apellidos y nombres del juez validador: Ruiz Perales Miguel Angel – Juez 3

Especialidad: Ingeniero civil




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

**Ficha de validación según AIKEN**

**I. Datos generales**

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del Instrumento
Chavarry Koosi Julio Cesar	Proyectista en la Municipalidad Distrital de Querocoto	Ensayo de compresión, tracción, flexión y módulo de elasticidad	-Diaz Diaz Yorely Mishell -Rimarachin Vasquez Yuler
<b>Título de la Investigación:</b> Desempeño de las Propiedades Mecánicas y Microestructurales del Concreto Incorporando Escoria Siderúrgica y Escoria de Aluminio.			

**II. Aspectos de validación de cada ítem**

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACIÓN Y OPINIÓN
1	A	Todo correcto
2	A	Todo correcto
3	A	Todo correcto
4	A	Todo correcto

**III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

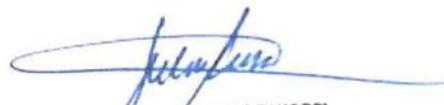
	Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
		Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
	<b>F'c= 210 Kg/cm<sup>2</sup></b>								
1	Resistencia a compresión	X		X		X		X	
2	Resistencia a tracción	X		X		X		X	
3	Resistencia a flexión	X		X		X		X	
4	Módulo de elasticidad		X	X		X			X
	<b>F'c= 280 Kg/cm<sup>2</sup></b>								
1	Resistencia a compresión	X		X		X		X	
2	Resistencia a tracción	X		X		X		X	
3	Resistencia a flexión	X		X		X		X	
4	Módulo de elasticidad		X	X		X			X

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir ( ) No aplicable ( )

Apellidos y nombres del juez validador: Chavarry Koosi Julio Cesar – Juez 4

Especialidad: Ingeniero civil



**JULIO CESAR CHAVARRY KOOSI**  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. 320491

**Ficha de validación según AIKEN**
**I. Datos generales**

Apellidos y nombres del informante	Cargo o Institución donde labora	Nombre del instrumento de evaluación	Autor del instrumento
Ojeda Ayesta Juan Carlos Firmo	Gerente general en AMAZONAS INGENIERÍA CIVIL S.A.C.	Ensayo de compresión, tracción, flexión y módulo de elasticidad	-Diaz Diaz Yorely Mishell -Rimarachin Vasquez Yuler
<b>Título de la Investigación:</b> Desempeño de las Propiedades Mecánicas y Microestructurales del Concreto Incorporando Escoria Siderúrgica y Escoria de Aluminio.			

**II. Aspectos de validación de cada ítem**

Estimado complete la siguiente tabla después de haber observado y evaluado el instrumento adjunto. Escriba (A) acuerdo o (D) desacuerdo en la segunda columna. Asimismo, si tiene alguna opción o propuesta de modificación, escriba en la columna correspondiente.

ITEMS	ACUERDO O DESACUERDO	MODIFICACION Y OPINION
1	A	Todo correcto
2	A	Todo correcto
3	A	Todo correcto
4	A	Todo correcto

**III. Opinión de aplicabilidad del instrumento certificado de validez de contenido del instrumento**

Dimensiones/Ítems	Claridad		Contexto		Congruencia		Dominio del constructo	
	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
<b>F'c= 210 Kg/cm<sup>2</sup></b>								
1 Resistencia a compresión	X		X		X		X	
2 Resistencia a tracción	X		X		X		X	
3 Resistencia a flexión		X	X		X		X	
4 Módulo de elasticidad	X		X		X		X	
<b>F'c= 280 Kg/cm<sup>2</sup></b>								
1 Resistencia a compresión	X		X		X		X	
2 Resistencia a tracción	X		X		X		X	
3 Resistencia a flexión		X	X		X		X	
4 Módulo de elasticidad	X		X		X		X	

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir ( ) No aplicable ( )

Apellidos y nombres del juez validador: Ojeda Ayesta Juan Carlos Firmo – Juez 5

Especialidad: Ingeniero civil



Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 123351

VALIDEZ Y CONFIABILIDAD POR 5 JUECES EXPERTOS

INSTRUMENTO SOBRE MÉTODO DE ENSAYO PARA EL DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO

CLARIDAD								
DISEÑO	F'c= 210 Kg/cm <sup>2</sup>				F'c= 280 Kg/cm <sup>2</sup>			
	Diseño Patrón + 10% ES / Diseño Patrón + 10% ES + 4% EA				Diseño Patrón + 10% ES / Diseño Patrón + 10% ES + 4% EA			
ENSAYO	Compresión	Tracción	Flexión	Módulo de elasticidad	Compresión	Tracción	Flexión	Módulo de elasticidad
Juez 1	1	1	1	1	1	1	1	1
Juez 2	1	1	1	1	1	1	1	1
Juez 3	1	1	1	1	1	1	1	1
Juez 4	1	1	1	0	1	1	1	0
Juez 5	1	1	0	1	1	1	0	1
S	5	5	4	4	5	5	4	4
n	5	5	5	5	5	5	5	5
C	2	2	2	2	2	2	2	2
V de Aiken por ensayo	1	1	0.8	0.8	1	1	0.8	0.8
V de Aiken por diseño	<b>0.90</b>							

CONTEXTO								
DISEÑO	F'c= 210 Kg/cm <sup>2</sup>				F'c= 280 Kg/cm <sup>2</sup>			
	Diseño Patrón + 10% ES / Diseño Patrón + 10% ES + 4% EA				Diseño Patrón + 10% ES / Diseño Patrón + 10% ES + 4% EA			
ENSAYO	Compresión	Tracción	Flexión	Módulo de elasticidad	Compresión	Tracción	Flexión	Módulo de elasticidad
Juez 1	1	1	1	1	1	1	1	1
Juez 2	1	1	1	1	1	1	1	1
Juez 3	1	0	1	1	1	0	1	1
Juez 4	1	1	1	1	1	1	1	1
Juez 5	1	1	1	1	1	1	1	1
S	5	4	5	5	5	4	5	5
n	5	5	5	5	5	5	5	5
C	2	2	2	2	2	2	2	2
V de Aiken por ensayo	1	0.8	1	1	1	0.8	1	1
V de Aiken por diseño	<b>0.95</b>							

<b>CONGRUENCIA</b>								
<b>DISEÑO</b>	<b>F'c= 210 Kg/cm<sup>2</sup></b>				<b>F'c= 280 Kg/cm<sup>2</sup></b>			
	<b>Diseño Patrón + 10% ES / Diseño Patrón + 10% ES + 4% EA</b>				<b>Diseño Patrón + 10% ES / Diseño Patrón + 10% ES + 4% EA</b>			
<b>ENSAYO</b>	<b>Compresión</b>	<b>Tracción</b>	<b>Flexión</b>	<b>Módulo de elasticidad</b>	<b>Compresión</b>	<b>Tracción</b>	<b>Flexión</b>	<b>Módulo de elasticidad</b>
<b>Juez 1</b>	1	1	1	0	1	1	1	0
<b>Juez 2</b>	1	0	1	1	1	0	1	1
<b>Juez 3</b>	1	0	1	1	1	0	1	1
<b>Juez 4</b>	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Juez 5</b>	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>S</b>	5	3	5	4	5	3	5	4
<b>n</b>	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>C</b>	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>V de Aiken por ensayo</b>	1	0.6	1	0.8	1	0.6	1	0.8
<b>V de Aiken por diseño</b>	<b>0.85</b>							

DOMINIO DEL CONSTRUCTO								
DISEÑO	F'c= 210 Kg/cm <sup>2</sup>				F'c= 280 Kg/cm <sup>2</sup>			
	Diseño Patrón + 10% ES / Diseño Patrón + 10% ES + 4% EA				Diseño Patrón + 10% ES / Diseño Patrón + 10% ES + 4% EA			
ENSAYO	Compresión	Tracción	Flexión	Módulo de elasticidad	Compresión	Tracción	Flexión	Módulo de elasticidad
Juez 1	1	1	1	0	1	1	1	0
Juez 2	1	1	1	1	1	1	1	1
Juez 3	1	1	1	1	1	1	1	1
Juez 4	1	1	1	0	1	1	1	0
Juez 5	1	1	1	1	1	1	1	1
S	5	5	5	3	5	5	5	3
n	5	5	5	5	5	5	5	5
C	2	2	2	2	2	2	2	2
V de Aiken por ensayo	1	1	1	0.6	1	1	1	0.6
V de Aiken por diseño	<b>0.90</b>							

$$V = \frac{S}{n * (C - 1)}$$

V<sub>promedio</sub> de Aiken del instrumento por jueces expertos

**0.90**

*Luis Arturo Montenegro Camacho*  
 LIC. ESTADÍSTICA  
 MG. INVESTIGACIÓN  
 DR. EDUCACIÓN  
 COESPE 262

VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO SOBRE "DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y MICROESTRUCTURALES DEL CONCRETO INCORPORANDO ESCORIA SIDERÚRGICA Y ESCORIA DE ALUMINIO".

**COMPRESIÓN**

**E. SIDERÚRGICA:**

**Estadísticas de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	N de elementos
.997	10

**Estadísticas de total de elemento**

		Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
0%		95644.791	1.000	.997
5%		95329.751	1.000	.997
10%	210	95050.690	.999	.997
15%		93499.250	.994	.997
20%		90508.824	.989	.997
0%		92165.685	1.000	.997
5%		91746.030	.995	.997
10%	280	91638.397	.997	.997
15%		88838.057	.997	.997
20%		86572.616	1.000	.998

**ANOVA**

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter sujetos		22733.870	2	11366.935		
Intra sujetos	Entre elementos	36494.700	9	4054.967	134.001	,000
	Residuo	544.695	18	30.261		
	Total	37039.395	27	1371.829		
Total		59773.265	29	2061.147		

Media global = 219.9097

**10% E. SIDERÚRGICA+ E. DE ALUMINIO:**

**Estadísticas de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	N de elementos
.996	10

**Estadísticas de total de elemento**

		Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
0%		79648.062	.999	.996
10ES%+2EA%		79852.173	1.000	.996
10ES%+4EA%	210	80085.893	1.000	.996
10ES%+6EA%		80417.640	1.000	.996
10ES%+8EA%		80240.536	.897	.998
0%		76462.781	.999	.995
10ES%+2EA%		75874.733	.999	.996
10ES%+4EA%	280	76100.937	.993	.996
10ES%+6EA%		75248.991	.999	.996
10ES%+8EA%		75140.648	.998	.996

**ANOVA**

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos		19228.474	2	9614.237		
Intra sujetos	Entre elementos	33635.048	9	3737.228	105.375	.000
	Residuo	638.386	18	35.466		
	Total	34273.434	27	1269.386		
Total		53501.908	29	1844.893		

Media global = 222.9273

## TRACCIÓN

### E. SIDERÚRGICA:

#### Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
.992	10

#### Estadísticas de total de elemento

		Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
0%		2181.502	1.000	.990
5%		2151.517	.987	.990
10%	210	2171.816	.974	.990
15%		2258.044	.986	.991
20%		2337.355	1.000	.992
0%		2194.547	1.000	.990
5%		1951.876	.968	.994
10%	280	2036.657	.989	.991
15%		2207.047	1.000	.990
20%		2285.314	.999	.991

#### ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos	537.185	2	268.592		
Intra sujetos					
Entre elementos	441.688	9	49.076	22.418	.000
Residuo	39.404	18	2.189		
Total	481.093	27	17.818		
Total	1018.277	29	35.113		

Media global = 22.3507

**10% E. SIDERÚRGICA+ E. DE ALUMINIO:**

**Estadísticas de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	N de elementos
.993	10

**Estadísticas de total de elemento**

		Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
0%		1385.316	.994	.992
10ES%+2EA%		1395.108	1.000	.992
10ES%+4EA%	210	1386.037	.955	.994
10ES%+6EA%		1504.264	.987	.993
10ES%+8EA%		1570.781	1.000	.994
0%		1395.791	.994	.992
10ES%+2EA%		1427.469	.990	.992
10ES%+4EA%	280	1423.068	.989	.992
10ES%+6EA%		1534.940	.994	.993
10ES%+8EA%		1490.417	.999	.992

**ANOVA**

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos		358.088	2	179.044		
Intra sujetos	Entre elementos	468.347	9	52.039	44.022	,000
	Residuo	21.278	18	1.182		
	Total	489.624	27	18.134		
Total		847.712	29	29.231		

Media global = 23.9550

## FLEXIÓN

### E. SIDERÚRGICA:

#### Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
.989	10

#### Estadísticas de total de elemento

		Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
0%		6486.579	.991	.988
5%		6558.992	.999	.989
10%	210	6529.751	.977	.989
15%		6446.687	1.000	.988
20%		6509.783	.984	.989
0%		5870.627	.999	.986
5%		5548.422	.995	.988
10%	280	5574.948	.992	.988
15%		5754.969	1.000	.987
20%		5878.332	.998	.986

#### ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos		1508.281	2	754.140		
Intra sujetos	Entre elementos	1871.312	9	207.924	25.386	.000
	Residuo	147.430	18	8.191		
	Total	2018.742	27	74.768		
	Total	3527.023	29	121.621		

Media global = 32.8720

## 10% E. SIDERÚRGICA+ E. DE ALUMINIO:

### Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
.992	10

### Estadísticas de total de elemento

		Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
0%		5613.427	.988	.991
10ES%+2EA%		5644.642	.996	.991
10ES%+4EA%	210	5523.193	.998	.991
10ES%+6EA%		5610.202	.999	.991
10ES%+8EA%		5831.391	1.000	.993
0%		5038.293	1.000	.990
10ES%+2EA%		4996.316	1.000	.991
10ES%+4EA%	280	4946.627	.998	.991
10ES%+6EA%		5039.370	1.000	.990
10ES%+8EA%		5221.250	1.000	.990

### ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos		1318.938	2	659.469		
Intra sujetos	Entre elementos	2658.671	9	295.408	55.705	.000
	Residuo	95.456	18	5.303		
	Total	2754.127	27	102.005		
	Total	4073.065	29	140.451		

Media global =32.3587

## MÓDULO DE ELASTICIDAD

### E. SIDERÚRGICA:

#### Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
.968	10

#### Estadísticas de total de elemento

		Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
0%		122614121797.443	.996	.961
5%		91061344997.925	.961	.905
10%	210	97534534171.132	.861	.853
15%		12118919160.137	.866	.913
20%		87512531267.357	.964	.911
0%		133405734745.429	.984	.968
5%		109959515420.183	.930	.915
10%	280	81280566074.278	.942	.907
15%		116132192835.373	.562	.923
20%		82958215725.768	.934	.899

#### ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos		25551963421.810	2	84392983371.447		
Intra sujetos	Entre elementos	24.83113881.244	9	10318151123.954	1031	.001
	Residuo	19122514125.047	18	107011396296.744		
	Total	4160258106.301	27	108113613905.814		
Total		70173024138.247	29	106477740006.892		

Media global = 195363.9384

**10% E. SIDERÚRGICA+ E. DE ALUMNIO:**

**Estadísticas de fiabilidad**

Alfa de Cronbach	N de elementos
.952	10

**Estadísticas de total de elemento**

		Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
0%		92164263041.474	.934	.901
10ES%+2EA%		65801099297.955	.990	.877
10ES%+4EA%	210	73138131853.471	.891	.870
10ES%+6EA%		90530571141.147	.834	.807
10ES%+8EA%		74513849727.967	.996	.938
0%		91496707305.921	.931	.923
10ES%+2EA%		62614370275.182	.926	.901
10ES%+4EA%	280	86823688104.354	.967	.887
10ES%+6EA%		98156989808.712	.983	.962
10ES%+8EA%		54316912520.134	.986	.918

**ANOVA**

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Inter sujetos		1474656068.144	2	9543773940.724		
Intra sujetos	Entre elementos	20438596497.33	9	3930904154.217	3.741	.014
	Residuo	17351570118.36	18	882359815.681		
	Total	17563045973.82	27	1373856506.340		
	Total	1011538539.304	29	2143767306.672		

Media global = 152306.2113

En las tablas se observa que, el instrumento sobre “Desempeño de las Propiedades Mecánicas y Microestructurales del Concreto Incorporando Escoria Siderúrgica y Escoria de Aluminio” es válido (correlaciones de Pearson superan al valor de 0.30 y el valor de la prueba del análisis de varianza es altamente significativo  $p < 0.01$ ) y confiable (el valor de consistencia alfa de cronbach es mayor a 0.80).

  
Luis Arturo Montenegro Canache  
LIC. ESTADÍSTICA  
MG. INVESTIGACIÓN  
DR. EDUCACIÓN  
COESPE 262

